

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Vytvoření multimediální nápovědy pro práci s OFLS

Creating a multimedia help for work with OFLS

2014

Martin Sojka

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Sojka**

Studijní program: B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor: 2612R059 Mobilní technologie

Téma: Vytvoření multimediální nápovědy pro práci s OFLS
Creating a Multimedia Help for Work with OFLS

Zásady pro vypracování:

Vytvoření multimediálního návodu pro optický zdroj (OFLS) a jeho následná implementace do řídicí aplikace tohoto optického zdroje.

1. Návod bude vsazen do webového rozhraní a bude obsahovat uživatelský manuál optického zdroje OFLS.
2. Uživatelský manuál bude navíc obsahovat o fotografie a animace, na jejichž kvalitě je kladen velký důraz.
3. Teoretická část se zaměří na popis vlastností a parametrů polovodičových optických zdrojů (laserových i LED) včetně jejich principu funkce. Dále bude obsahovat i základní principy šíření světla v optickém vlákne.
4. Výsledná práce bude zakomponována do řídicího programu OFLS tak, aby samotný program nevyžadoval připojení k internetu.


Seznam doporučené odborné literatury:

ADOBE CREATIVE TEAM. Adobe Flash CS5 Professional. Brno: Computer Press, 2010. ISBN K1855.
MICHAEL BASS, Casimer DeCusatis, Jay M. Enoch, Vasudevan Lakshminarayanan, Guifang Li, Carolyn MacDonald, Virendra N. Mahajan, Eric Van Stryland. Handbook of Optics, Third Edition Volume II: Design, Fabrication and Testing, Sources and Detectors, Radiometry and Photometry. New York: McGraw-Hill Professional, September 2009. ISBN 978-0071498906
ROBERT H. KINGSTON. Optical Sources, Detectors, and Systems: Fundamentals and Applications (Optics and Photonics). USA: Academic Press, 1995. ISBN 978-0124086555.

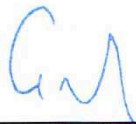
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Dořičák**

Datum zadání: 16.11.2012
Datum odevzdání: 07.05.2014


doc. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry





prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie študenta

Prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracoval samostatne. Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave dňa: 6. mája 2014


.....
podpis študenta

Pod'akovanie

Pod'akovanie za vedenie bakalárskej práce patrí Ing. Janovi Dořičákovi za odbornú pomoc a konzultáciu pri vytváraní tejto bakalárskej práce. Bez jeho rad a nápadov by práca nevznikla.

Významnou mierou pri práci v laboratóriách prispel Ing. Radek Pobořil. Taktiež mu chcem poďakovať za jeho ochotu a praktickú pomoc pri jednotlivých meraniach.

Abstrakt

Bakalárska práca sa zaoberá popisom vlastností a parametrov polovodičových optických zdrojov, konkrétne laserových a LED diód. Ďalej obsahuje aj základné princípy šírenia svetla v optickom vlákne. Hlavná časť je zameraná na prácu s optickým zdrojom OFLS. Zahrňuje vsadenie užívateľského manuálu do webového rozhrania, ktoré je doplnené o fotografie a animácie fungovania OFLS. Výsledná práca je zakomponovaná do riadiaceho programu OFLS tak, aby samotný program nevyžadoval pripojenie k internetu.

Kľúčové slová

Prechod PN, optické zdroje, LED dióda, SLED dióda, laserová dióda, optické vlákno, OFLS, Flash.

Abstract

The bachelor's thesis deals with the description of properties and parameters of semiconductor optical sources, specifically laser and LED diodes. It also contains the basic principles of light diffusion in an optical fiber. The main part is focused on working with optical source OFLS. It includes insertion of the user manual into the web interface, accompanied by photographs and animations of functioning of OFLS. The result of work is incorporated into the control program OFLS so that the program itself does not require internet connection.

Key words

PN transition, optical light source, LED diode, SLED diode, laser diode, optical fiber, OFLS, Flash.

Zoznam použitých symbolov

Symbol	Jednotky	Význam symbolu
A	[dB]	útlm optického vlákna
c	[m/s]	rýchlosť svetla
E	[J]	energia
E_g	[eV]	šírka zakázaného pásu
f	[Hz]	kmitočet
h	[J * s]	Planckova konštanta
I_F	[A]	priepustný prúd jednosmerny
I_{FM}	[A]	priepustný prúd špičkový
I_p	[A]	prahový prúd
n		index lomu
n₁		index lomu jadra
n₂		index lomu plášťa
P	[W]	optický výkon
U_R	[V]	napätie v závernom smere
P_m	[W]	výkonová strata
T_{ORP}	[°C]	rozsah prevádzkových teplôt
α	[dB/km]	merný útlm vlákna
η_f		diferenciálna účinnosť
θ_m		medzný uhol
λ	[m]	vlnová dĺžka
Δλ	[m]	spektrálna šírka vyžarovania

Obsah

Úvod.....	- 1 -
1 Popis vlastností a parametrov polovodičových optických zdrojov	- 2 -
1.1 Prechod PN.....	- 3 -
1.2 Šírka zakázaného pásu	- 4 -
1.3 Teória optického žiarenia	- 4 -
1.3.1 Princíp generovania optického žiarenia.....	- 5 -
1.3.2 Interakcia fotónov s atómami	- 5 -
1.3.3 Koherencia.....	- 6 -
1.4 LED diódy	- 6 -
1.4.1 Dôležité parametre LED.....	- 6 -
1.4.2 Vlastnosti a možnosti použitia.....	- 7 -
1.4.3 SLED zdroje	- 7 -
1.5 Laserová dióda	- 8 -
1.5.1 L-I charakteristika a prahový prúd	- 9 -
1.5.2 Diferenciálna účinnosť	- 9 -
1.5.3 Vlastnosti laserového žiarenia	- 10 -
2 Základné princípy šírenia svetla v optickom vlákne	- 11 -
2.1 Typy optických vlákien	- 12 -
2.2 Hlavné parametre optických vlákien.....	- 13 -
2.3 Zdroje žiarenia.....	- 14 -
3 Optický zdroj OFLS	- 16 -
4 Webové rozhranie užívateľského manuálu optického zdroja OFLS	- 19 -
4.1 Vytvorenie užívateľského rozhrania	- 19 -
4.2 Vzorový dokument SWF.....	- 20 -
4.3 Zdieľaná knižnica.....	- 21 -
4.4 Načítanie textu.....	- 21 -
4.5 Použitie jazyka HTML a CSS	- 22 -
4.6 Tvorba podmenu	- 24 -
4.7 Vytvorenie hlavného menu	- 26 -
5 Fotografie a animácie užívateľského manuálu	- 28 -

5.1	Animácia predného a zadného panelu.....	- 28 -
5.2	Simulovanie ovládania	- 29 -
5.3	Vytvorenie video prehrávača.....	- 30 -
5.4	Animácia úvodného loga.....	- 34 -
6	Zakomponovanie výslednej práce do riadiaceho programu	- 36 -
	Záver	- 39 -
	Použitá literatúra	- 40 -

Úvod

Jedným z významných oddielov fyziky je optoelektronika, teda vedný obor stojaci na rozhraní medzi optikou, fotonikou aj elektronikou. Študuje teóriu vzájomnej premeny energie z elektrických foriem do optickej, pričom sa opiera o radu fyzikálnych poznatkov a objavov z podstatne vzdialenejšej minulosti. Niektoré významné objavy tvoriace základ optoelektroniky sú spojené s menami fyzikov minulého storočia ako Faraday, Maxwell, Kerr. Základné okruhy problému, ktorými sa optoelektronika zaoberá, tvoria otázky interakcie prostredia s elektromagnetickým žiarením a možnosti generácie elektromagnetického žiarenia.

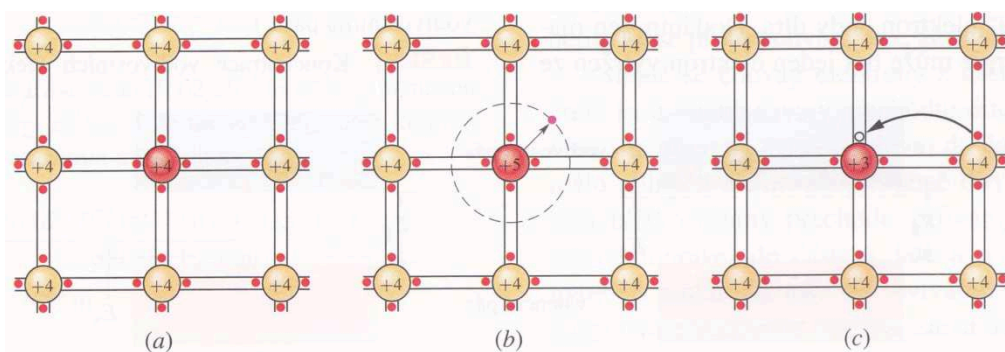
Optické žiarenie plní v optoelektronických systémoch funkciu nositeľa informácií, umožňuje prenos a spracovanie informačných správ. Na jeho šírenie sa využíva optický spoj, ktorý je obecné tvorený optickým prostredím, vysielačom optického signálu a optickým prijímačom. Optické prostredie môže byť ľubovoľné prostredie priepustné pre optické žiarenie. Môže sa jednať o atmosféru, vákuum, kozmický priestor alebo o optické vlákno. Vysielač obsahuje zdroj svetelného žiarenia, ktorým je v závislosti na aplikácii a typu vlákna spravidla laserová alebo LED dióda. Bakalárska práca sa zaoberá práve optickými zdrojmi a následným šírením svetla v optickom vlákne. Konkrétne sa zameriava na prácu s optickým zdrojom OFLS od firmy Safibra a popisuje vytvorenie multimediálnej nápovedi. Táto nápoved' má za úlohu oboznámiť užívateľa so základnými funkciami a princípmi ovládania pomocou animácií a fotografií. Taktiež obsahuje vysvetlenie práce s riadiacim programom.

1 Popis vlastností a parametrov polovodičových optických zdrojov

Základným materiálom polovodiča je štvormocný prvok, napr. kremík (Si) (obr. 1.1a) alebo germánium (Ge). V základnej atómovej štruktúre (mriežke) nemá žiadne voľné elektróny, všetky sú pevne viazané na valenčných vrstvách. Ak ale prijme dostatočne veľké množstvo energie zvonku (napr. vo forme tepla), uvoľní sa a môžu viesť elektrický prúd prostredníctvom vlastnej vodivosti. Po každom elektróne zostane vo väzbe prázdne miesto - diera, ktorú možno chápať ako nosič elektrického prúdu s kladným nábojom. Diera existuje tak dlho, pokiaľ sa nestretne s nejakým voľným elektrónom. Spojenie voľného elektrónu s dierou a obnovenie elektricky neutrálneho stavu v danom mieste kryštalickej mriežky sa nazýva rekombinácia.

Úplne čistý kremík alebo germánium, ktoré neobsahujú žiadne elektricky aktívne atómy iných prvkov sa nazývajú vlastné polovodiče. Vedenie elektrického prúdu vo vlastných polovodičoch sa uskutočňuje rovnakým počtom elektrónov ako dier. Vodivosť čistého polovodiča sa nazýva vlastná vodivosť alebo tiež vodivosť typu I.

Elektrické vlastnosti polovodiča možno veľmi rozmanitým spôsobom upravovať pomocou elektricky aktívnych prímies. Pridanie prímiesi k čistému polovodiču sa nazýva dotovanie. Využijeme prímies prvku s piatimi elektrónmi vo valenčnej sfére (napr. arzén, fosfor alebo antimón). Štyri z piatich valenčných elektrónov sa viažu so štyrmi susednými atómami polovodiča. Piaty (nadbytočný) valenčný elektrón nie je viazaný žiadnym susedným atómom (obr. 1.1b). K jeho odtrhnutiu od materského atómu stačí podstatne menej energie. Okrem toho trvalo vznikajú, a opäť rekombináciou zanikajú, pásy diera - elektrón ako u vlastných polovodičov. Rozdiel oproti vlastným polovodičom je v tom, že v polovodiči dotovanom piatimocným prvkom je omnoho viac elektrónov ako dier. Elektróny sú teda nosičmi väčšinového (majoritného) a diery sú nosičmi menšinového (minoritného) prúdu. Dotovaný polovodič sa nazýva nevlastný a jeho vodivosť nevlastnou vodivosťou. V tomto prípade, keď je vodivosť prevažne elektrónová, sa označuje polovodič ako polovodič s nevlastnou vodivosťou typu N (elektrón nesie negatívny náboj). Prímiesi z piatej skupiny sa nazývajú donory (darujú voľné elektróny).



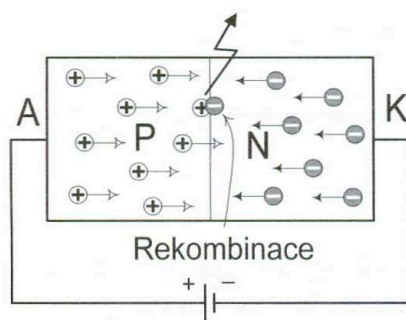
Obrázok 1.1: Rovinné zobrazenie kryštalickej mriežky kremíka [5]

Obdobne, ak k čistému štvormocnému prvku pridáme aj veľmi malé množstvo atómov trojmocného prvku (napr. indium, hliník alebo gálium), bude vo väzbe s okolitými štvormocnými atómami jeden elektrón chýbať (obr. 1.1c). Vzniká teda diera schopná prijímať uvoľnený elektrón zo susedného atómu a tak sa posúvať. Diery predstavujú u tohto polovodiča majoritný nosič schopný viesť elektrický prúd prostredníctvom nevlastnej vodivosti. Jedná sa o polovodič s nevlastnou vodivosťou typu P (diery nesie pozitívny náboj). Elektróny tu potom predstavujú minoritné nosiče. Prímes sa nazýva akceptor (prijíma voľný elektrón).

1.1 Prechod PN

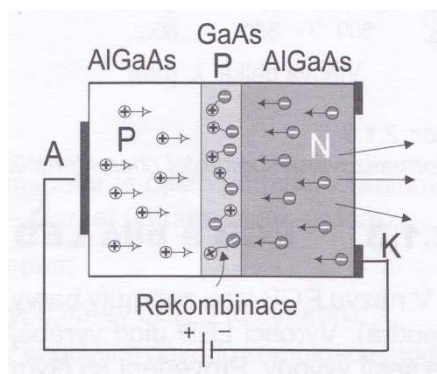
Prechod PN je oblasť polovodiča, v ktorej sa typ P mení na typ N. Oblasť typu P obsahuje pohyblivé kladné diery a v mriežke viazané akceptory, ktoré sú po prijatí elektrónu záporné. Oblasť typu N obsahuje voľné elektróny a v mriežke viazané donory, ktoré sú po strate elektrónu kladné. Hneď po vzniku PN priechodu v dôsledku difúzie začnú diery z oblasti P prechádzať do oblasti N, kde rekombinujú a voľné elektróny z oblasti N prechádzajú do P. Výsledkom difúzie je, že v oblasti P ostane nevykompenzovaný záporný náboj akceptorov a v oblasti N nevykompenzovaný kladný náboj donorov. Preto medzi oblasťami N a P vznikne napätie a v prechode PN elektrické pole, ktoré bráni ďalšej difúzii. Vzniknuté napätie sa nazýva difúzne napätie. Jeho hodnota pre kremík je asi 0,7 V a pre germánium 0,3 V. Vrstva okolo rozhrania je zbavená voľných nábojov, preto má veľký odpor. Nazýva sa hradlová vrstva.

Homogénne PN prechody sú najjednoduchším typom prechodov, ktoré sú vytvárané z jedného typu materiálu na oboch stranách dotovaného prímiesami P a N. Diódy s homogénnym prechodom boli prvé, ktoré boli vyvinuté. Využívajú čiastočne priehľadný materiál ako je gálium-arzenid (GaAs)(obr. 1.2).



Obrázok 1.2: Princíp diódy LED s homogénnym prechodom [3]

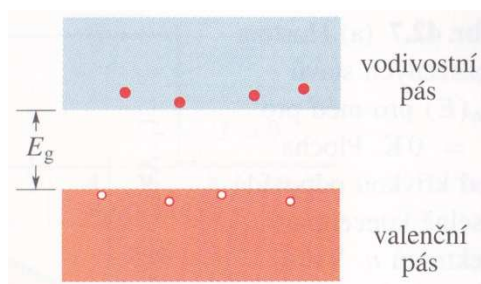
Heterogénne PN prechody sa skladajú z dvoch rôznych polovodičových materiálov ako napr. gálium-arzenid (GaAs) a hliník-gálium-arzenit (AlGaAs) (obr. 1.3). Heterogénne prechody obsahujú viac prechodov PN a sú výkonnejšie, zložitejšie a drahšie než diódy s homogénnym prechodom. Ich využitie je významné hlavne u laserových diód. [1] [5]



Obrázok 1.3: Princíp LED s heterogénnym prechodom [3]

1.2 Šírka zakázaného pásu

Vrchol najvyššieho zaplneného pásu (valenčný pás) a dno prázdneho pásu nad ním (vodivostný pás) sú navzájom oddelené pásom zakázaných energií šírky E_g , ktorý sa nazýva šírka zakázaného pásu (obr. 1.4). Je významná pri určovaní elektrických a optických vlastností materiálov. Šírka zakázaného pásu polovodičov leží zhruba v rozmedzí od 0,1 do 3 eV. [1] [5]



Obrázok 1.4: Šírka zakázaného pásu [5]

1.3 Teória optického žiarenia

Nemecký fyzik Planck dokázal, že svetelné žiarenie môže byť pohlcované alebo vyžarované v určitých energetických kvantách o veľkosti :

$$E = h * c * \lambda \quad [J; J * s; m * s^{-1}; m] \quad (1.1)$$

Teda energia kvanta sa rovná súčinu Planckovej konštanty h , rýchlosti optického žiarenia a vlnovej dĺžky optického žiarenia, pričom Planckova konštanta má veľkosť $h = 6.626 * 10^{-34} [J * s]$.

Sústredenie energie optického žiarenia v určitých častiach nazval Albert Einstein fotóny. Fotón je neoddeliteľná častica a má energiu, ktorá je úmerná kmitočtu optického žiarenia. So vzrastajúcim kmitočtom vzrastá aj energia fotónu. Čím je teda kmitočet väčší, tým viac má fotón energie. Energii fotónu je možné vyjadriť pomocou kmitočtu, pretože medzi kmitočtom f , vlnovou dĺžkou optického žiarenia λ a rýchlosťou optického žiarenia platí vzťah: [1] [3]

$$c \cdot \lambda^{-1} = f \quad [m \cdot s^{-1}; m^{-1}; Hz] \quad (1.2)$$

1.3.1 Princíp generovania optického žiarenia

Elektrický náboj je základná veličina elementárnej hmoty. Energia základných častíc môže pribúdať alebo ubúdať len po celých násobkoch určitého kvanta. Atómy majú určité energetické hladiny, po ktorých sa elektrické náboje môžu pohybovať. Tieto energetické hladiny molekulárneho systému vznikajú jednak následkom potenciálnej energie elektrónov v prítomnosti atómových jadier a ostatných elektrónov, a taktiež v dôsledku molekulárnych vibrácií a rotácií. Sú to hodnoty energie elektrónov, ktorých môže elektrón atómu (v prípade pevných látok) nadobúdať. Ak má elektrický náboj opustiť svoju energetickú hladinu a prejsť na vyššiu, musí mu byť dodaná energia určitej veľkosti (určité kvantum energie). Naopak, ak sa vracia naspäť na svoju energetickú hladinu, vyžiari svoju prebytočnú energiu vo forme fotónu. Emitovaný fotón je so všetkými svojimi vlastnosťami, ako je kmitočet, energie atď., zhodný s vlastnosťami deja, ktorý vyvolal prechod na vyššiu hladinu. Jednotlivým dráham, po ktorých môže elektrón obiehať, hovoríme energetické hladiny. Elektrón môže obsadiť len jednu hladinu, nemôže obiehať kolo jadra v ľubovoľnej vzdialenosti. Energia elektrónu odpovedá energetickej hladine, na ktorej sa nachádza. Pri prechode elektrónu z jednej dráhy na druhú musí získať alebo stratiť energiu odpovedajúcu rozdielu medzi týmito dvoma hladinami. Elektrón nezostáva ľubovoľne dlho na vyššej energetickej hladine, ale len určitú dobu, než časť energie stratí. Elektrónu môže byť energia predaná niekoľkými spôsobmi: [1] [3]

- pôsobením elektrického alebo magnetického poľa,
- ohriatím,
- zrážkou s inou časticou alebo fotónom,
- ionizáciou žiarenia atď.

1.3.2 Interakcia fotónov s atómami

Z atómovej teórie je známa možnosť atómu emitovať alebo absorbovať fotón, pričom uskutoční prechody dole alebo nahor medzi svojimi energetickými hladinami. V celom deji sa tak zachováva energia. Za predpokladu, že izolovaný atóm sa môže nachádzať v stave s najnižšou energiou E_0 (základný stav) alebo v stave s vyššou energiou E_x . Existujú tri základné spôsoby, ako sa môže atóm dostať z jedného z týchto stavov do druhého.

- Absorpcia. Atóm v základnom stave umiestnený vo vonkajšom elektromagnetickom poli o frekvencii f , môže z tohto poľa absorbovať určité množstvo energie hf a dostať sa do vyššieho energetického stavu. Zo zákona zachovania energie vyplýva:

$$hf = E_x - E_0 \quad (1.3)$$

Tento proces sa nazýva absorpcia

- Spontánna emisia. Pri predpoklade atómu v excitovanom stave s nulovým vonkajším poľom prejde po určitej dobe samovoľne zo svojho základného stavu za súčasnej

emisie fotónu o energii hf . Táto udalosť nie je vyvolaná žiadnym vonkajším vplyvom, preto sa tento proces nazýva spontánna emisia.

- Stimulovaná emisia. Atóm v excitovanom stave, ožiarený svetlom o frekvencii danej rovnicou 1.3. Atóm prejde do svojho základného stavu pri stimulácii fotónu o energii hf . V tomto procese atóm emituje ďalší fotón, jeho energia je rovná hf . Spomínaný proces sa nazýva stimulovaná emisia. Emitovaný fotón je identický v každom ohľade so stimulovaným fotónom. Vlna spojená s týmto fotónom má teda rovnakú energiu, fázu, polarizáciu a smer šírenia. Jediný počiatočný fotón s vhodnou frekvenciou môže za správnych podmienok spustiť reťazovú reakciu podobných stimulujúcich procesov. [1] [5]

1.3.3 Koherencia

Znamená, že je zachovaná fáza a smer nemeniaci sa s časom. Delí sa na časovú a priestorovú. Časová koherencia charakterizuje koreláciu optického poľa v zadanom bode priestoru s poľami v predchádzajúcich a nasledujúcich momentoch (fotóny vyžarované zo zdroja majú rovnakú frekvenciu a je medzi nimi konštantný fázový posun). Priestorová koherencia je spojená s koreláciou poľa v danom časovom momente v rôznych bodoch roviny kolmej na smer šírenia elektromagnetických vln. [1] [3]

1.4 LED diódy

Názov LED pochádza z anglického názvu Light Emitting Diode, čo sa dá preložiť ako dióda vyžarujúca optické žiarenie. Základný princíp činnosti je podobný ako u klasickej usmerňovacej diódy. Dodaním napätia v priepustnom smere dochádza k injekcii minoritných nosičov elektrického náboja cez PN prechod. K rekombinácii elektrónov s dierami dochádza pri prechode elektrického náboja cez prechod. Kvôli dodanému elektrickému poľu prešli elektróny na vyššiu energetickú hladinu. Elektrón zostane na vyššej hladine v závislosti na stabilite jeho stavu. Vyššiu hladinu ale isto opustí a vyžiari elektromagnetické kvantum. Deje sa to bez vonkajšieho vplyvu, preto hovoríme o spontánnej emisii žiarenia. Tento proces je pre každý jednotlivý atóm vecou náhody. Rekombinácie sú pochody, kedy voľné elektróny strácajú energiu a presúvajú sa na obežné dráhy v atómoch. Nastane rekombinácia atómu s dierou, pričom atóm odovzdá energiu približne rovnakú šírke zakázaného pásu. Vlnová dĺžka svetla, vyžiareného vo forme fotónu, je daná rozdielom energie nosiča elektrického náboja pred a po rekombinácii. Väčšia energia teda spôsobuje kratšiu vlnovú dĺžku vyžarovaného svetelného lúča. Výsledné rekombinačné žiarenie sa nazýva injekčná elektroluminiscencia. Svetelné žiarenie preniká do všetkých smerov, ktoré sú pre neho priehľadné. Svetivosť LED v oblasti stredných prúdov je priamo úmerná hustote prúdu v polovodičov.

1.4.1 Dôležité parametre LED

- Priepustný prúd jednosmerný I_F - trvalý prúd, pri ktorom dióda emituje optické žiarenie.

- Priepustný prúd špičkový I_{FM} - prekročením špičkového (medzného) prúdu dôjde pôsobením tepla k nenávratnému poškodeniu LED, preto je veľkosť priepustného prúdu obmedzená na hodnotu I_{FM} .
- Napätie v závernom smere U_R - LED sú vyrábané k efektívnemu vyžarovaniu optického žiarenia, nie je pri ich konštrukcii sledovaná veľkosť povoleného záverného napätia. Toto napätie môže nadobúdať veľkosť podľa typu diódy od jednotiek voltov do viac než desiatok voltov a rastie so skracujúcou vlnovou dĺžkou emitovaného svetla.
- Optický výkon P - vyjadruje výkon prenášaný žiarením, tj. je určený energiou prechádzajúcou sledovanou plochou v jednotke času.
- Výkonová strata P_m - vzniká prechodom prúdu meniaceho sa na teplo, jedná sa teda o tepelnú stratu prúdu a vedie k zníženiu spoľahlivosti diódy.
- Rozsah prevádzkových teplôt T_{ORP} - rozsah teplôt prostredia, v ktorých môže dióda pracovať pri zaručených hodnotách I_F .
- Vlnová dĺžka λ - hodnota udávajúca najvyššiu intenzitu žiarenia diódy.
- Spektrálna šírka vyžarovania $\Delta\lambda$ - jedná sa o šírku spektrálnej čiary v 50 % maximálnej intenzity.

1.4.2 Vlastnosti a možnosti použitia

LED diódy sa v posledných rokoch stále viac používajú v rôznych oblastiach techniky. Za svoje rozšírenie vďaka hlavne rastúcej svetelnej účinnosti, ktorá sa u špičkových LED pohybuje na úrovni porovnateľnej s halogénovými žiarovkami. V súčasnosti sa celosvetovo investuje do hromadnej výroby týchto prvkov, preto ich cena neustále klesá. Vyrábajú sa v dvoch hlavných prevedeniach, a to rozptylové alebo bodové. Diódy LED slúžia ako indikátory, optické vysielace, panely, zobrazovacie jednotky a ako nový ekonomický spôsob osvetlenia.

LED technológie poskytujú radu výhod. Za tie najhlavnejšie sa radí ich životnosť, ktorá dosahuje až 100 000 hodín. Výhodná je taktiež ich prevádzková teplota, ktorá dosahuje relatívne nízke hodnoty a vyžarované teplo je v podstate nulové. Medzi ich prednosti patrí aj spoľahlivosť, odolnosť, rozmery, farba svetla atď.

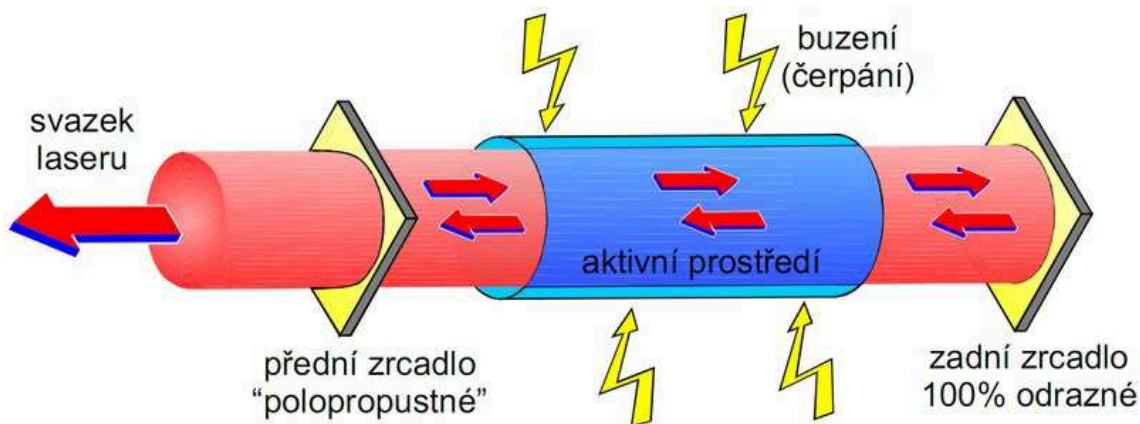
1.4.3 SLED zdroje

Optické SLED zdroje (Superluminescent Light Emitting Diodes) sú svetlo emitujúce diódy, ktoré spájajú najlepšie vlastnosti LED zdrojov a polovodičových laserov. SLED zdroje poskytujú široké optické výstupné spektrum, krátku časovú koherenciu typickú pre LED zdroje, vysoké úrovne výstupného výkonu a vysokú priestorovú koherenciu typickú pre polovodičové lasery. Majú široké uplatnenie ako optické zdroje, optické vláknové senzory, taktiež slúžia na testovanie optických vláknových komponentov apod. [1] [3] [5]

1.5 Laserová dióda

Laser je zvyčajne definovaný ako zdroj koherentného elektromagnetického žiarenia, najčastejšie vo viditeľnom spektre a v príblyhých oblastiach. Názov pochádza zo začiatočných písmen anglického názvu Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, čo sa dá preložiť ako zosilnenie optického žiarenia pomocou vynútenej (stimulovanej) emisie žiarenia. Laser popisuje celý generátor optického žiarenia, ktorý sa skladá z laserového zosilňovača (aktívneho prostredia) s kladnou spätnou väzbou realizovanou optickým rezonátorom, ktorý je najčastejšie tvorený odrazovými zrkadlami. Dĺžka rezonátoru (je celým násobkom vlnovej dĺžky napr. 500 000) určuje vlnovú dĺžku laserového svetla. Zároveň však musí byť splnená podmienka určená aktívnym médiom.

Proces stimulovaná emisia je základná funkcia všetkých laseroch. U polovodičových laseroch (laserových diód) je však tento proces špecifický práve v tom, že v polovodičových kryštáloch sú aktívne atómy husto vedľa seba a žiarivé prechody sa neuskutočňujú medzi diskretnými hladinami, ale medzi energetickými pásmami. Pravdepodobnosť vzniku stimulovanej emisie a absorpcie závisí na intenzite vonkajšieho elektromagnetického poľa, na počte excitovaných prvkov a prvkov v základnom stave. Za normálneho stavu bude prevládať absorpcia nad emisiou a intenzita prechádzajúceho svetla zoslabuje. Privádzaním vhodného množstva energie, tzv. budenie či čerpanie, dosiahneme prevládanie emisie nad absorpciou a intenzita prechádzajúceho svetla bude zosilňovať. Jedná sa o základnú podmienku funkcie laseru. Pri určitom tzv. prahovom výkone budiaceho zdroja, keď sa straty vyrovnajú ziskom a po ďalšom budení prevládne počet excitovaných elektrónov. Látka je v nerovnovážnom energetickom stave, vzniká inverzia populácie. Látka v tomto stave tvorí aktívne laserové prostredie, ktoré je schopné zosilniť svetlo (obr. 1.5). Po vyžiarení energie sa látka vracia do rovnovážneho stavu.



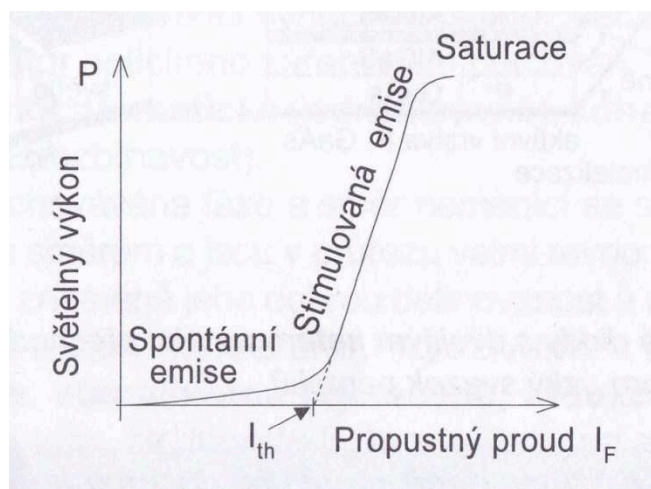
Obrázok 1.5: Obecná schéma laseru [7]

Laserové žiarenie je monochromatické (jednofarebné), koherentné (usporiadané) a má malú divergenciu (rozbiehavosť). Proces superluminiscencia nastáva pri náraste intenzity vyžarovania nelineárne s nárastom budenia. V tomto procese sa generované fotóny šíria

rovnako ako v spontánnom režime vo všetkých smeroch s náhodnou fázou. Prechod k laserovému režimu nastáva, keď sa stimulované zosilnenie rovná stratám a žiarenie sa stáva koherentné. Použitím optického rezonátoru dosiahneme koherenciu, ktorá zaistí selektívne zosilnenie elektromagnetických vln s určitou frekvenciou a definovanou fázou, čím vzniká stojaté vlnenie. Kvalita rezonátoru udáva stupeň koherencie.

1.5.1 L-I charakteristika a prahový prúd

Za najdôležitejšiu charakteristiku laserovej diódy sa dá považovať závislosť jej optického výkonu na prechádzajúcom prúde, teda Watt-Ampérová P-I (výkon - prúd) charakteristika či L-I charakteristika. Pri postupnom zvyšovaní prechádzajúceho prúdu (v priepustom smere) začne laserová dióda vykazovať spontánnu emisiu, ktorá je charakteristická pre svoju malú intenzitu (jednotky až desiatky μW) a nemonochromatickým, širokým spektrom. Pri dosiahnutí tzv. prahového prúdu I_p (často označované ako I_{th} - threshold - prah) nastane náhly prechod z režimu spontánnej emisie do režimu stimulovanej emisie, začne sa prudko zvyšovať intenzita vychádzajúceho svetla a dôjde k výraznému zúženiu spektrálnej šírky. Ak ale prekročí veľkosť prúdu I_F (priepustný prúd) určitú veľkosť, prejde dióda do režimu saturácie, kedy sa intenzita vyžarovanej energie náhle nezvyšuje (obr. 1.6). V prípade príliš veľkého prúdu dôjde k zničeniu diódy. Veľmi dôležitým parametrom laserovej diódy je presná hodnota prahového prúdu. Čím je menšia táto hodnota, tým je laserová dióda považovaná za kvalitnejšiu. Hodnota prahového prúdu I_p sa uvádza k základnému porovnávaniu laserových diód. Kvalitné laserové diódy dosahujú prahový prúd v rádoch jednotiek mA.



Obrázok 1.6: L-I charakteristika laserovej diódy [3]

1.5.2 Diferenciálna účinnosť

Rovnako ako je dôležité mať diódy s čo najmenším prahovým prúdom, je žiaduce ovplyvniť intenzitu vyžiareného svetla s prírastkom prúdu. Dá sa povedať, že sa jedná o sklon L-I charakteristiky (Slope efficiency - diferenciálna citlivosť či diferenciálna účinnosť laserovej diódy). Pre aplikáciu laserovej diódy v telekomunikáciách je nutné, aby sa zmenou prúdu nad

prahom zmenila intenzita vyžarovaného svetla. Tomuto podielu zmeny optického výkonu ku zmene prúdu sa hovorí Eta f, používa sa značenie gréckym písmom η_f .

$$\eta_f = \Delta P / \Delta I \left[\frac{\text{mW}}{\text{A}} \right] \quad (1.4)$$

1.5.3 Vlastnosti laserového žiarenia

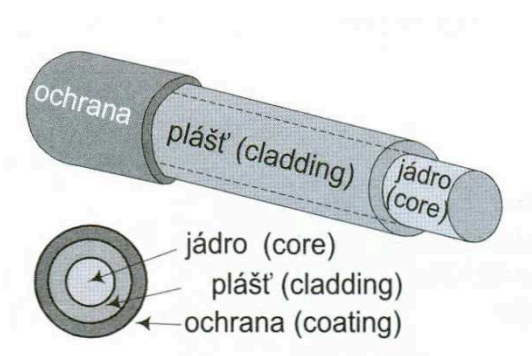
Vlastnosti lasera, ako prístroja, sú obmedzené radou technických parametrov, ktoré sú v podstate určené fyzikálnymi parametrami aktívneho prostredia, zvoleným regulátorom a technikou použitého budenia. Aplikácia laseru, resp. laserového žiarenia sa odvíja od jeho vlastností:

- Laserový lúč je tvorený elektromagnetickým žiarením, teda svetlom. Je ľahké ho ovládať, meniť jeho smer alebo ho modulovať. Dokáže pôsobiť na okolité predmety bez mechanického kontaktu.
- Je koherentný. To znamená, že dokáže interferovať sám seba. To sa dá využiť pri tvorbe hologramov. Iné využitie tejto vlastnosti spočíva v možnosti sústrediť laserové žiarenie pomocou vhodnej optiky do nepatrného bodu o priemere rádovo stotín milimetru a zostrojiť tým presný nástroj mikroelektronika alebo chirurga.
- Šíri sa priamočiario rýchlou svetla. Dokáže prenášať informácie na obrovské vzdialenosti. Laserové diaľkomery, laserová veľkoplošná projekcia, laserové nivelačné prístroje a tiež laserové zabezpečovacie systémy využívajú túto vlastnosť.
- Pracuje na vlnových dĺžkach odpovedajúcim röntgenovému žiareniu, cez viditeľné svetlo, až po mikrovlnnú oblasť. Aplikáciám to umožňuje si zvoliť vhodnú vlnovú dĺžku a laserové žiarenie môže pôsobiť selektívne na rôzne materiály.
- Životnosť a spoľahlivosť je určená rýchlou deštruktívnymi mechanizmami v aktívnom prostredí, teda zmenou žiarivej rekombinácie na nežiarivú. Pri vyšších hustotách žiarenia aj mechanickou degradáciou rezonátoru. Spoľahlivosť je určená hlavne elektronikou budiaceho systému a statickým chovaním deštruktívnych mechanizmov. Všeobecne platí, že životnosť znižuje vyššia prevádzková teplota a rastúca opakovacia frekvencia alebo výkon. [1] [3] [6]

2 Základné princípy šírenia svetla v optickom vlákne

Optické vlákno je valcovitý dielektrický vlnovod zhotovený z nízko stratového materiálu (najčastejšie z taveného kremenného skla vysokej chemickej čistoty) a delí sa na jednotlivé vrstvy (obr. 2.1):

- Jadro (core) - vnútorná vrstva, slúži k prenosu svetelného signálu.
- Plášť (cladding) - stredná vrstva, má vhodné optické vlastnosti, ktorými zabezpečuje správnu funkciu vlákna aj pri meniacich sa podmienkach prostredia.
- Ochrana (coating) - vonkajšia vrstva, poskytuje ochranu optického vlákna pred poškodením a u skleneného vlákna umožňuje ohýbanie vlákna z krehkého skla. Vo väčšine prípadov sa vyrába z plastu.



Obrázok 2.1: Princíp optického vlákna [5]

Jadro a plášť sú základom optického vlákna, ktoré majú striktné stanovené optické vlastnosti a slúžia k prenosu svetelných lúčov. Optické žiarenie prechádza vnútornou vrstvou, jadrom. Svetelné lúče sa odrážajú od plášťa a sú tak udržiavané vo vnútornej vrstve. Na to sa používa zákon o lome a odraze optického žiarenia na styku dvoch prostredí.

Zákon odrazu: Odrazený lúč leží v rovine dopadu a uhol odrazu sa rovná uhlu dopadu:

$$\theta_1 = \theta_2 \quad (2.1)$$

Zákon lomu: Lomený lúč leží v rovine dopadu a uhol lomu je spojený s uhlom dopadu vzťahom:

$$n_2 \sin \theta_2 = n_1 \sin \theta_1 \quad (2.2)$$

Tento vzťah sa nazýva aj Snellov zákon. Symboly n_1 a n_2 sú bezrozmerné veličiny nazývané index lomu. Charakterizujú prostredie, v ktorom k lomu dochádza. Index lomu určitého prostredia je rovný podielu rýchlosti svetla c vo vákuu a jeho rýchlosťou v v danom prostredí, teda:

$$n = c/v \quad (2.3)$$

U optického vlákna je index lomu jadra n_1 väčší než index lomu plášťa n_2 .

$$n_1 > n_2 \quad (2.4)$$

Pri dopade svetelného lúča na rozhranie dvoch prostredí s rôznymi optickými vlastnosťami, s rôznymi indexmi lúčov a v závislosti na tom, pod akým uhlom dopadá, sa buďto odráža a vracia späť do pôvodného prostredia alebo postupuje do druhého prostredia. Ak je tento uhol väčší ako určitý medzný uhol θ_m (meraný od kolmice na miesto dopadu a daný optickými vlastnosťami dvoch prostredí), dochádza k úplnému odrazu lúču naspäť do pôvodného prostredia. Správne zvoleným uhlom dopadu lúča bude dochádzať väčšinou len k odrazom, nieťo k lomu optického žiarenia. Svetelný lúč bude vedený optickým prostredím, vznikne svetlovod.

Medzný uhol θ_m je možné vypočítať využitím rovnice (2.5):

$$\theta_m = \arcsin \frac{n_1}{n_2} \quad (2.5)$$

Pretože sínus nemôže byť väčší než jedna, nemôže n_2 byť v tejto rovnici väčší než n_1 . To znamená, že úplný odraz nemôže nastať, keď je zdroj svetla v prostredí s nižším indexom lomu.

2.1 Typy optických vlákien

Z hľadiska spôsobu prenosu svetelných lúčov delíme optické vlákna na dva základne typy:

- Jednovidové vlákna
- Mnohovidové vlákna

Jednovidové vlákna sa používajú takmer výhradne na prenos informácií na veľké vzdialenosti. Malý priemer jadra (radovo jednotky mikrometra) väčšinou dosahuje schopnosť viesť jediný vid (lúč) bez odrazu. Dopomáha mu taktiež veľmi malý rozdiel indexu lomu jadra a plášťa. Priemer jadra jednovidového vlákna je 4 až 10 μm pre rozsah vlnových dĺžok optického žiarenia od 300 nm do 1600 nm. Veľkosť používaného priemeru je závislá na prenášanej vlnovej dĺžke. Materiál využívaný pre výrobu jednovidových vlákien určený pre oblasť vlnových dĺžok 850 nm až 1600 nm je sklo dotované vhodnými prímiesami.

Mnohovidové vlákna sa konštrukčne líšia od jednovidových razantne väčším priemerom jadra. Mnohovidové vlákna sú vyrábané s priemerom jadier 50 μm až 2000 μm a sú sklenené alebo plastové. Výhodou väčších priemerov je nižšia výrobná cena, ľahšia manipulácia pri spojovaní vlákien, pripojovanie svetelných zdrojov a pod. Podľa toho, ako optické vlákno vedie lúč a ako sa menia optické vlastnosti na prechode medzi jadrom vlákna a jeho plášťom, rozoznávame vlákna:

- Jadro so skokovou zmenou indexu lomu - mnohovidovým vláknom sa šíria lúče po rôznych dráhach. Najkratšiu dráhu vykoná priamy lúč o najnižšom vidu. Najdlhšiu dráhu vykoná lúč, ktorý má uhol odrazu na úrovni medzného uhlu (najvyšší vid). Príčinou rozdielnych dráh nedorazia jednotlivé lúče na koniec vlákna v rovnakom

časovom okamžiku, ale postupne. Prenos signálu sa rozprestrie do dlhšieho časového úseku ako bola jeho šírka na vstupe vlákna. Vo vlákne dochádza vplyvom uvedeného rozdielného šírenia k javu, ktorý sa nazýva disperzia.

- Jadro s gradientnou zmenou indexu lomu - časti vlákna bližšie ku stredu jadra majú väčší index lomu, ako časti u plášťa, teda prechádzajúci lúč opisuje sínusoidu. Dráha lúčov je kratšia ako vo vláknach so skokovou zmenou indexu lomu. Osový lúč urazí najkratšiu vzdialenosť s najnižšou fázovou rýchlosťou (v oblasti s vyšším indexom lomu), zatiaľ čo šikmé lúče sa pohybujú po dlhších dráhach vyššou fázovou rýchlosťou (v oblastiach s nižšou hodnotou indexu lomu). Doby priechodov lúčov sa teda vyrovnávajú. Maximálne rozdiely v skupinových rýchlostiach šírenia jednotlivých módov sú preto omnoho menšie ako pri vláknach so skokovou zmenou, majú menšiu disperziu.

2.2 Hlavné parametre optických vlákien

Šírka pásma optického vlákna - udáva najvyšší kmitočet signálu, ktorý môže byť spoľahlivo prenesený na vzdialenosť jeden km mnohovidivým vláknom, bez nadmerného skreslenia signálu pôsobením disperzie (vplyvom šírenia viac vidov vo vlákne). Je udávaný v MHz.km. Šírka pásma je závislá na konštrukčnom usporiadaní, na materiáli optického vlákna a na vlnovej dĺžke optického signálu.

Numerická apertúra NA - definuje najväčší uhol, pod ktorým môže svetelný lúč vstupovať do optického vlákna, aby mohol byť vláknom prenášaný. Číselne je NA rovný sínusu maximálneho uhla (v_{max}), pod ktorým sa vstupujúce lúče budú ešte šíriť od začiatku vlákna k jeho koncu (rov. 2.6). Lúče dopadajúce pod väčším uhlom sa šíriť vláknom nebudú.

$$NA = \sin v_{max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (2.6)$$

Disperzia - je príčinou skreslenia odoslaného signálu. Rozdeľuje sa do nasledujúcich základných častí:

- Vidová disperzia sa uplatňuje v mnohovidových vláknach. Každý lúč dorazí kvôli rozdielnosti dĺžok dráh na koniec vlákna v rozdielnych časových okamžikoch. Impulz získaný z jednotlivých lúčov sa líši tvarom aj amplitúdou od vstupných impulzov. Prejavuje sa u dlhých vlákien pri prenose dát na väčšie vzdialenosti a obmedzuje počet impulzov, ktoré môžu byť za určitý časový interval poslané.
- Chromatická disperzia. Používané zdroje žiarenia nie sú ideálne monochromatické, ale vyžarované optické žiarenie obsahuje určité spektrum vlnových dĺžok. Každá zložka tohto spektra má vo vákuu odlišnú rýchlosť šírenia, s vlnovou dĺžkou sa mení index lomu. To spôsobuje dorazenie jednotlivých spektrálnych zložiek na koniec vlákna v inom časovom okamžiku. Skladajú sa vzájomne časovo posunuté, majú iný časový priebeh ako na začiatku vlákna.
- Polarizačná vidová disperzia sa prejavuje polarizáciou vidového spektra u jednovidových vlákien. Jediný vid v jednovidovom vlákne sa šíri v dvoch

vzájomne kolmých polarizačných rovinách. Akákoľvek kruhová nesymetria vlákna spôsobí šírenie oboch polarizácií inou rýchlosťou a teda rozšírenie impulzu alebo skreslenie analógového signálu.

Útlm svetelného signálu - v optickom vlákne, podobne ako v metalických vedeniach, výkon signálu so vzdialenosťou od zdroja postupne klesá. Útlm optického vlákna A je spravidla udávaný v dB. Udáva straty optickej energie vo vlákne. Je definovaný ako pomer vstupného svetelného výkonu P_1 a výstupného svetelného výkonu P_2 pre danú vlnovú dĺžku λ podľa vzťahu:

$$A = 10 * \log \frac{P_1}{P_2} \quad (2.7)$$

Merný útlm vlákna α je útlm na jeden km dĺžky. Získame ho zo vzťahu, keď ho podelíme dĺžkou vlákna l :

$$\alpha = \frac{A}{l} = \frac{1}{l} * 10 * \log \frac{P_1}{P_2} \quad (2.8)$$

Hlavnými príčinami útlmu svetelného signálu v optickom vlákne sú absorpcia a rozptyl svetelných lúčov. Straty vznikajú priamo v materiáli, na rozhraní prostredia, pri spojovaní a na mikroohyboch a makroohyboch optického vlákna.

Mikroohyby majú polomer krivosti zrovnateľný s vlnovou dĺžkou optického žiarenia a predstavujú poruchy priamočiarosti osi svetlovodu. Vznikajú pri výrobe vlákna, ako aj v optickom kábli pôsobením okolitých elementov na vlákno.

Makroohyby s väčším priemerom ohybu (mm, cm) vznikajú bežne pri práci s optickým vláknom, napr. v optických rozvádzačoch a spojkách. Je potrebné dbať na priemer ohybu vlákien.

2.3 Zdroje žiarenia

Základné požiadavky kladené na zdroje žiarenia užívané v optických komunikačných systémoch vychádzajú z toho, o aký konkrétny systém sa jedná (napr. diaľková prenosová sieť alebo lokálna sieť). Určujúce vlastnosti zdroja sú:

- Výkon. Musí byť aspoň tak veľký, aby signál prešiel vláknom a bol s požadovanou presnosťou detekovateľný detektorom.
- Prenosová rýchlosť. K dosiahnutiu požadovanej prenosovej rýchlosti musí zdroj umožniť odpovedajúcu moduláciu.
- Šírka spektrálnej čiary. K minimalizácii chromatickej disperzie vlákna sa požaduje čo najužšia spektrálna čiara.
- Šum. Zdroj nesmie vykazovať náhodné fluktuácie. Táto požiadavka je bezpodmienečne nutná hlavne pre koherentné komunikačné systémy.

V optických vláknových komunikačných systémoch sa používajú ako zdroje LED a laserové diódy.

Medzi výhody laserovej diódy patrí veľký emitovaný výkon (desiatky miliwattov), vysoká prenosová rýchlosť (radovo GHz) a malá spektrálna šírka. Sú však citlivé na zmeny teploty. Mnohódómové laserové diódy vykazujú tzv. rozdeľovací šum spôsobený náhodným rozdelením výkonu žiarenia medzi jednotlivé módy. Tento jav spoločne s chromatickou disperziou vlákna vedie k náhodným fluktuáciám intenzity prenášaného žiarenia a ku zmene tvaru prenášaných impulzov. Významný pokrok, dosiahnutý behom posledných rokov v polovodičovej laserovej technológii, viedol k zdokonaleniu a k zásadnému zvýšeniu spoľahlivosti a životnosti polovodičových laserov.

LED diódy sa zhotovujú v dvoch základných konfiguráciách: povrchovo alebo hranovo emitujúce. Výhody povrchovo emitujúcich diód spočívajú v mechanickej odolnosti, spoľahlivosti, nízkej cene, dlhej životnosti a v jednoduchšej výrobe. Ich používanie zásadne obmedzuje relatívne širšia spektrálna čiara (viac než 100 nm v pásme od 1,3 do 1,6 μm). Vyššiu prenosovú rýchlosť (až 500 Mb/s) možno dosiahnuť len pri nižších hodnotách vyžarovaného výkonu. Hranovo emitované diódy majú podobnú štruktúru ako laserové diódy (s odstránenými zrkadlami). Vyžarujú väčší výkon s užšou spektrálnou čiarou za cenu väčšej zložitosti ich výroby. [2] [3] [4]

3 Optický zdroj OFLS

OFLS (Optical Fibre Light Source) je optovláknový svetelný zdroj vyrábaný firmou Safibra. Podľa požiadavky môže obsahovať širokospektrálnu LED diódu alebo laserovú diódu s rôznou vlnovou dĺžkou a rôznym optickým výkonom.

Vyznačuje sa vysokou stabilitou s možnosťou prepínania jednotlivých úrovni optického výkonu. Optický zdroj pracuje v dvoch režimoch v kontinuálnom alebo modulačnom. Modulácia signálu prebieha pomocou externého zdroja alebo interne (digitálne alebo analógovo).

Optovláknový optický zdroj OFLS pracuje v režime, kedy je udržiavaný konštantný prúd do SLED / LD diódy. Ak to hardwarová konfigurácia dovoľuje, je možné ho prepnúť do spätnoväzobnej slučky, kde sa udržiava konštantný optický výkon. Taktiež je možné nastaviť teplotu samotného optického zdroja, ale len pri verzii EDU.

OFLS možno plne ovládať a nastavovať cez PC. Na to sa využíva software dodávaný s optickým zdrojom.



Obrázek 3.1: Optický zdroj OFLS – 6

Pri konštrukcii OFLS sa väčšinou využívajú SLED diódy do firmy EXALOS. Tie sa dodávajú podľa konkrétnej vlnovej dĺžky, výkonu, šírky páska apod. Rád by som poukázal na vlastnosti SLED diódy EXS210025-01 použitej v optickom zdroji OFLS a meranie jej jednotlivých dôležitých charakteristík (obr. 3.2).



Obrázok 3.2: SLED dióda EXS210025-01

Základné parametre tejto diódy v tabuľke na obr. 3.3

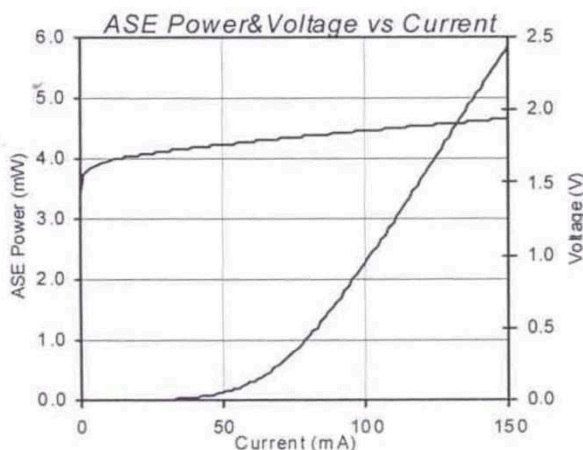
Tabuľka 1: Parametre SLED diódy EXS210025-01

Max. Power:	5,85 mW	ASE Ripple:	0,056 db
Mean WL:	762,3 nm	I_{TEC} :	0,13 A
Center WL:	761,7 nm	V_{TEC} :	0,25 V
3-dB BW:	15,7 nm	I_{OP} :	150,0 mA

3-dB BW je šírka pásma v polovici maxima, teda FWHM. Názov ASE Ripple udáva rozkmit zvlnenia spektra. Itec a Vtec sú parametre Peltierovho článku zaisťujúceho chladenie diódy. Maximálny prúd vchádzajúci do diódy je označený ako I_{OP} , pri ňom podáva dióda maximálny uvedený výkon.

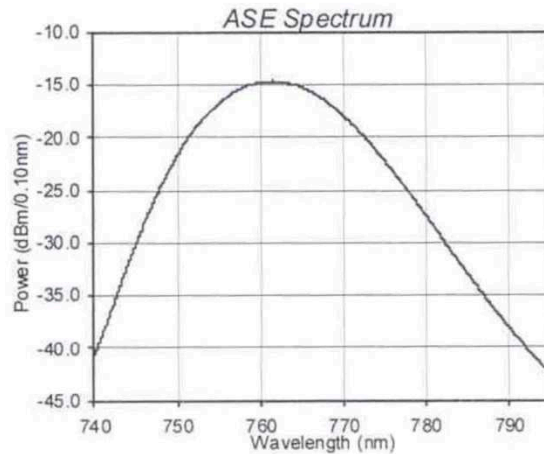
Volt-ampérová charakteristika u LED diód obecné má svoj typický diódový priebeh (obr. 3.4). V priepustnom smere pri napätí okolo jedného voltu môže tiecť prúd s hodnotou viac ako sto miliampérov. Na dosiahnutie vyšších výkonov sa používajú polovodiče s menšou strmou V-A charakteristikou a s rozmernejším P-N prechodom.

Pri PI charakteristike má SLED výstupný výkon približne lineárnu závislosť na optickom zosilnení a miere spontánnej emisie (obr. 3.4).



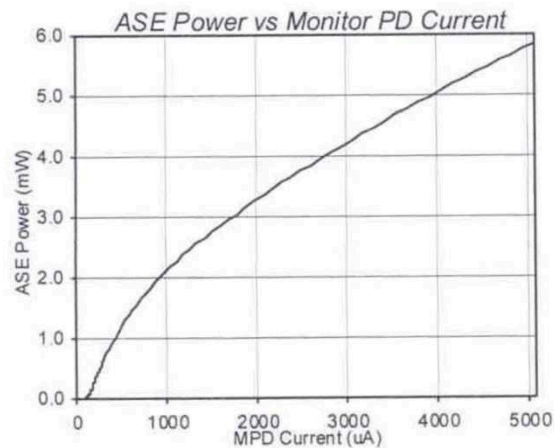
Obrázok 3.4: VA a PI charakteritika SLED diódy

Šírka spektra u SLED je pomerne veľká (obr. 3.5), v zrovnaní s laserovými diódami. Z čoho plynie zlá koherencia svetla a nie je možné fokusovať svetlo na veľmi malé miesto.



Obrázok 3.5: *Spektrálna charakteristika SLED diódy*

Na obr. 3.6 je zobrazený priebeh prúdu z monitorovacej fotodiódy (MPD) a výkon diódy. Pri hodnote 5.85 mW dosiahla SLED dióda svoju maximálnu výkonnosť.



Obrázok 3.6: *Výkon diódy*

Ďalšími výsledkami jednotlivých SLED diód a merania laserovej diódy som sa venoval v prílohe tejto bakalárskej práce, keďže to nie je požadované v osnovách zadania.

4 Webové rozhranie užívateľského manuálu optického zdroja OFLS

Po oboznámení svojej budúcej práce a rozhovore so svojím konzultantom inžinierom Jánom Dořičákom sme sa rozhodli pre prácu použiť vývojové prostredie Adobe Flash. Skriptovací jazyk Flashu, ActionScript (vychádza z jazyku javascript) poskytuje dostatok funkcií a možností pre vytvorenie komplexnej webovej aplikácie. Využil som verziu ActionScriptu 2.0, s ktorou som mal predchádzajúce skúsenosti. Nie je to najnovšia verzia, ale pre tento druh projektu postačovala.

4.1 Vytvorenie užívateľského rozhrania

Len máloktorý webový dizajnér, ktorý používa aplikáciu Flash, vytvára všetku grafiku v samotnom programe Flash, aj keď kresliace a typografické nástroje získavajú s každou verziou aplikácie nové funkcie. Vybral som si grafický program od rovnakej spoločnosti Adobe Photoshop CS4. Je to mocný nástroj pre tvorbu a úpravu grafiky. Pomocou ImageReady ju dokáže optimalizovať pre web. Samotný pojem rozhranie pochádza z anglického slova interface a obecné sa tak označuje grafické prostredie pre prácu s užívateľom. Ten má vďaka nemu možnosť jednoducho a rýchlo sa s danou aplikáciou zoznámiť a následne komunikovať. Mojm prvým krokom bolo navrhnuť farebnú pozadie aplikácie. Ako základnú farbu som zvolil modrú a použil efekt prekrytie prechod z farby #ccffff do farby #99ccff, čím som zamedzil monotónnemu vzhľadu (obr. 4.1).



Obrázok 4.1: *Farba pozadia stránky*

Nasledujúcim krokom bolo vytvorenie navigačného panelu s vrstvami obsahujúcimi text. Využil som nástroj zaoblený obdĺžnik. Následne som naň aplikoval efekty vnútorná žiara a vonkajšia žiara. Na hornú polovicu obdĺžnika som použil výber s prechodom bielej do priehľadnej. Dosiahol som tým dynamickejší vzhľad. Podobný obdĺžnik som umiestnil pri dolnom okraji. Text som usadil do panelu s rovnakým odstupom, ale iba s informačným zámerom (obr. 4.2). Kvôli interaktivite pri kliknutí som ho doplnil v samotnom Flashy.



Obrázok 4.2: Grafický návrh stránky

4.2 Vzorový dokument SWF

Vzorový dokument, v našom prípade súbor master.swf, bude slúžiť ako kontajner, do ktorého sa načítajú ďalšie moduly SWF (Ovládanie, Software a pod.). Rovnako bude slúžiť ako kontajner pre kód ActionScriptu, ktorý sa často používa. Uchovávaním často používaných akcií na jednom mieste sa skraca čas výroby, pretože sa nemusí opakovať kód všade, kde je potrebný, a bude omnoho ľahšie prevádzať zmeny skriptu neskôr. Začal som vytvorením vrstvy bg pre vytvorený obrázok pozadia, vrstvy action, pre písanie ActionScriptu a vrstvy loading message na zobrazenie správy „načítaní prostredku“, zobrazená v dokumente len v dobe, keď je prehrávanie zastavené na prvom kľúčovom snímku, teda v momente keď sa načítajú jednotlivé súbory. Môj prvý ActionScript bol nasledujúci:

```
var myMCL:MovieClipLoader = new MovieClipLoader();  
var myListener:Object = new Object();  
myMCL.addListener(myListener);
```

Objekt MovieClipLoader umožňuje použiť jeho vstavaných metód a poslucháčov k načítaniu súboru, získania hlásenia o priebehu ich sťahovania atď. Nasledujúci riadok vytvára novú premennú myListener a umiestni do tejto premennej nový obecný objekt. Ak chceme obdržať informácie čo MovieClipLoader prevádza, musíme mu priradiť poslucháča. Obecný objekt s názvom myListener sa priradí ako poslucháč objektu myMCL.

4.3 Zdieľaná knižnica

Pre zníženie veľkosti súboru SWF som sa rozhodol pre vytvorenie zdieľanej knižnice. Jej funkcia je na zdieľanie písma a grafiky, teda tieto informácie nemusia byť obsiahnuté v ostatných súboroch. Vytvoril som súbor `sharedLib`, kde som zatiaľ umiestnil pár fontov písma. Tie som pomocou vlastností prepojenia nastavil pre zdieľanie. Pri prvom požiadavku na prvok zo zdieľanej knižnice sa však stiahne celý súbor SWF so zdieľanou knižnicou. Je to nepraktické, preto je lepšie stiahnuť súbor `sharedLib` riadeným spôsobom. Jednoduché predbežné načítanie tu nepomôže, pretože po prvom stiahnutí, by sa súbor stiahol znova. Miesto toho je treba vytvoriť spúšťač súbor, ktorého úlohou je stiahnutie súboru `sharedLib`. Takýto súbor je trigger, ktorý použije len jeden z prvkov zdieľanej knižnice. Na načítanie spúšťačieho súboru v súbore master slúži nasledujúci kód:

```
myMCL.loadClip("trigger.swf", 5);
```

Ten nariadi objektu `MovieClipLoader` (`myMCL`), aby načítal súbor do úrovne 5. Úroveň je vlastne neviditeľná vrstva, ktorá nám umožňuje nastaviť vizuálne poradie vrstvenia načítaného obsahu. Pretože súbor `trigger` neobsahuje žiadne viditeľné objekty, na scéne sa nič neprevedie.

4.4 Načítanie textu

Jedným zo spôsobov, ako jednoducho vytvoriť rolujúci text, je použitie komponenty `TextArea`. Komponenty sú vopred pripravené súčasti, ktoré pridávajú jednoducho ďalšie funkcie. Komponent `TextArea` však spôsobí zásadný nárast celkovej veľkosti súboru. Lepším spôsobom mi prišlo načítať textové súbory vo formáte `.txt` zo zložky `vars`. Je užitočné mať text na jednom mieste, a v prípade potreby úpravy textu ho nebude nutné upravovať vo Flashy, ale postačí obyčajný textový editor. Nápomocný mi pri tom bol objekt `LoadVars`. Hlavný rozdiel medzi triedami `MovieClipLoader` a `LoadVars` je skutočnosť, že trieda `MovieClipLoader` načíta externé súbory a `LoadVars` načíta premenné z externých súborov. Do súboru `Master`, vrstvy `action`, som napísal nasledujúci kód:

```
var myLV:LoadVars = new LoadVars();  
myLV.onLoad = function (success) {  
    if (success) {  
        _level5.loadedInfo.htmlText = myLV.info;  
    } else {  
        _level5.loadedInfo.text = "Pri načítaní požadovaných  
informácií došlo k chybe. Kontaktujte správce webu a nahlaste  
tuto chybu."  
    }  
}
```

V prvom riadku pomocou presne vymedzeného scriptu vytvoríme objekt Loadvars. Nasledovne obsluhovač udalostí onLoad sa automaticky spustí, ak aplikácia Flash úplne načítala a analyzovala všetky premenné, ktoré mali byť načítané. Parameter succes vracia booleovskú premennú true alebo false. Podmienový výraz if v prípade hodnoty true načíta súbor do úrovne 5. LoadedInfo je názov inštancie textového poľa. Vo väčšine súborov načítaných do úrovne 5 vytvorím dynamické textové pole, kde bude vložený premenlivý obsah z textového súboru. Príkaz htmlText povie aplikácii Flash, že hodnoty premennej vkladanej do textového poľa loadedInfo budú formátované pomocou jazyka HTML. Premennej info bude priradená hodnota v textovom súbore. V prípade false, teda neúspešného načítania premennej z externého súboru, zobrazí do úrovne 5 chybové hlásenie.

Súbor Master slúži, len ako spúšťač, preto som vytvoril nový súbor s názvom Úvod. Slúži na reprezentáciu základných údajov o optickom zdroji. Vložil som do neho 4 vrstvy. Vrstvu available space, kde je pozadie označené ako guide, teda vo výslednom clipe sa nezobrazí. Vrstvu s textovým poľom, v ktorom sa bude načítateľ text z externého súboru. Ďalšiu vrstvu pre podmenu a vrstvu action pre ActionScript s nasledujúcim kódom:

```
_level0.myLV.load("vars/SLEDzdroje.txt");
```

Táto akcia hovorí objektu myLV triedy LoadVars na úrovni 0 (súboru master.swf), aby načítal premenné z textového súboru SLEDzdroje.txt, umiestneného v zložke s názvom vars.



Obrázok 4.3: Načítanie textu z externého súboru

4.5 Použitie jazyka HTML a CSS

V predchádzajúcom kroku som využil dynamického textu. Text v tomto poli sa však v samotnom návrhovom vzore aplikácie Flash nezobrazuje. Nie je teda možné využiť nástroj

Text pre zmenu štýlu, farby, veľkosti a pod. Flash ale podporuje HTML a CSS tágy pre formátovanie textu. Je to obrovská výhoda, pretože pri úprave štýlu, farby alebo veľkosti písma, nemusíme otvárať aplikáciu Flash. V štvrtej podkapitole som určil, že text načítaný do textového poľa je naformátovaný pomocou jazyka HTML (pomocou akcie `htmlText`). Avšak musíme pre textové pole súboru Úvod zapnúť položku `Render Text as HTML`. Teraz stačí použiť HTML tágy v textovom dokumente. V práci som najviac využil:

- `
` pre oddelenie odstavcov,
- `` umožňuje vkladanie súboru,
- `<textformat leading="#">` nastaví bodový rozstup riadkov.

Formátovanie pomocou CSS je odlišné. Ako prvé som vytvoril súbor `styles.css`, ktorý obsahoval informácie o štýloch css. Pre príklad uvediem tág `p`:

```
p {font-family: "Cambria"; font-size: 13px; }
```

Uvádza font písma a jeho veľkosť. Pre jeho použitie je ho nutné vložiť do textového súboru atribút `a`. Ostáva ešte načítať formátovanie css do súboru Úvod.swf. Umožní to doplnenie ActionScriptu vo vrstve `action` súboru Úvod:

```
var cssStyles:TextField.StyleSheet = new TextField.StyleSheet();
cssStyles.load("styles/styles.css");
cssStyles.onLoad = function(success) {
    if (success) {
        loadedInfo.styleSheet = cssStyles;
        _level0.myLV.load("vars/SLEDzdroje.txt");
    } else {
        loadedInfo.text = "Při načítání požadovaných
informací došlo k chybě. Kontaktujte správce webu a nahlaste
tuto chybu";
    }
};
```

V prvom kroku sa vytvorí nový objekt `TextField.StyleSheet` v rámci premennej `cssStyles`. Nasledovne načíta CSS súbor podľa adresátovej cesty k cieľovému súboru. Príkaz `if (success)` v prípade úspešného načítania aplikuje na textové pole štýl CSS a načíta do neho text z externého súboru (obr. 4.4). V opačnom prípade zobrazí chybové hlásenie rovnako ako u `LoadVars`.



Obrázek 4.4: Využitie HTML a CSS

4.6 Tvorba podmenu

V súčasnosti pre lepšiu orientáciu užívateľov obsahuje väčšina webových stránok podmenu. Bolo by aj nepraktické a odradzujúce nechať užívateľa scrollovať v rámci každej stránky hlavného menu. Začal som vytvorením jednotlivých textových položiek podmenu v súbore Úvod. Jednalo sa o SLED zdroje, Vlastnosti a Aplikace. Následne som nastavil písmo na Times New Roman, veľkosť 17, vybral tučný štýl a štýl s kurzívou. Tieto textové položky som konvertoval do Movie clipu. Potom bolo potrebné nastaviť objekty ActionScriptu, tak, aby zmenili štýl textu, keď návštevník pôsobí na položku podmenu. Ideálny bol pre mňa objekt TextFormat:

```
var btnDisable:TextFormat = new TextFormat("Times New Roman",  
19, 0xa52a2a, true, false);  
  
var btnEnable:TextFormat = new TextFormat("Times New Roman", 17,  
0x2B2B2B, true, true);  
  
this.SLEDzdrojeMC.SLEDzdroje.setTextFormat(btnDisable);  
  
this.SLEDzdrojeMC.enabled = false;
```

Vytvorený nový objekt TextFormat umožňuje v zásade používať ActionScript k zmene formátovania textu. Priradil som mu premennú btnDisable a btnEnable. Premenná btnDisable zväčší písmo o dva body, deaktivuje tučný štýl a zmení farbu písma na červenú, hexadecimálne označená číslom a52a2a. Druhá premenná vracia text do pôvodného stavu. Následne prevádza aplikovanie textového formátu btnDisable na textové pole SLEDzdroje, ktoré je vložené do filomového klipu SLEDzdrojeMC. K použitiu objektu triedy TextFormat na textové pole slúži

akcia `setTextFormat`. Posledný riadok nastaví vlastnosť `enabled` filmovému klipu `SLEDzdrojeMC` na hodnotu `false`. Deaktivuje sa tým interaktivita, ktorá k symbolu prislúcha, teda dočasne zmaže akcie priradené k symbolu. Ďalej je potrebné zabrániť tomu, aby sa textové položky podmenu orezali pri zmene veľkosti textového poľa. Vyriešil som to jednoduchým spôsobom:

```
this.SLEDzdrojeMC.SLEDzdroje.autosize = "right";
```

Táto akcia umožňuje textovému poľu `SLEDzdroje` prispôbiť sa akémukoľvek obsahu, ale veľkosť sa musí zmeniť doprava. Aplikoval som to na ďalšie položky podmenu.

Podmenu chýba interaktivita pri prechádzaní jednotlivých položiek ukazovateľom myši. Implementoval som pre to dva stavy `rollover` a `rollout`:

```
this.SLEDzdrojeMC.onRollOver = function() {  
    this.SLEDzdroje.setTextFormat(btnDisable);  
}  
  
this.SLEDzdrojeMC.onRollOut = function() {  
    this.SLEDzdroje.setTextFormat(btnEnable);  
}
```

Aktivácia `onRollOver` sa uskutoční pri prejdení myši cez filmový klip `SLEDzdrojeMC` a prevedie funkciu pre nastavenie vlastnosti `TextFormat` na `btnDisable`. Akcia `onRollOut` vráti textový formát na pôvodné nastavenie po opustení kurzora myšky z položky podmenu `SLEDzdroje`. Rovnaké funkcie som implementoval na položku `Vlastnosti` a `Aplikace`.

Nasledovne je treba doriešiť, čo sa má stať, keď návštevník klikne na položku `SLEDzdroje` a aký obsah sa má načítať:

```
this.SLEDzdrojeMC.onRelease = function() {  
    reEnableOptions();  
    this.SLEDzdroje.setTextFormat(btnDisable);  
    this.enabled = false;  
    _level0.myLV.load("vars/SLEDzdroje.txt");  
}
```

Po kliknutí užívateľa na filmový klip `SLEDzdrojeMC` sa nastaví vlastnosť `TextFormat` pre textové pole `SLEDzdroj` na štýl `btnDisable`. Potom deaktivuje interaktivitu tohto filmového klipu nastavením vlastnosti `enabled` na hodnotu `false`. Posledný riadok načíta premenné z externého súboru. Aj ostatným dvom filmovým klipom bola priradená táto akcia.

Konečnú funkčnosť som docielil vytvorením funkcie pre opätovné povolenie všetkých položiek a dokončenie skriptu pre podmenu:

```
function reEnableOptions () {
```

```
this.SLEDzdrojeMC.enabled = true;

this.SLEDzdrojeMC.SLEDzdroje.setTextFormat(btnEnable);}
```

Všetky tieto akcie som už použil, ale tento krát sú vnorené do funkcie s názvom `reEnableOptions`. Po spustení funkcie a aplikovaním na všetky položky je podmenu prístupné pre interakciu s užívateľom. Potom čo je táto akcia vyvolaná, deaktivuje ďalšia akcia položku, na ktorú prehliadajúci klikol.



Obrázok 4.5: Vytvorené podmenu s deaktivovanou položkou vlastnosti

4.7 Vytvorenie hlavného menu

Hlavné menu (ponuka) spojí jednotlivé sekcie dohromady. Jednotlivé položky a ich rozloženie som už v predstihu navrhol pri tvorbe užívateľského rozhrania. Je žiaduce ich vytvoriť v samotnej aplikácii Flash, aby im bolo možné priradiť funkčnosť a interaktivitu. Vytvoril som nový súbor s názvom `MainMenu`. Do vrstvy s rovnakým názvom som vložil filmové klipy, predstavujúce jednotlivé položky menu. Na sprostredkovanie funkčnosti som využil podobný spôsob ako pri podmenu. Miesto zmenenia celkového textového formátu sa zmení len farba textu pri prejdení kurzorom myšky alebo kliknutí. Vynechal som teda funkcie `btnDisable` a `btnEnable`. Naopak, pridal som nasledujúci kód:

```
var overColor:Number = 0xa52a2a;
var outColor:Number = 0x000000;

function changeOptionColor(myOption:MovieClip, myColor:Number) {
    myOption.textLabel.textColor = myColor;
}
```

Prvé dve akcie vytvoria premenné `overColor` a `outColor` a nastaví ich typ na `Number`. Do týchto premenných sa vloží hexadecimálna hodnota farby predchádzajúca reťazcom `0x`. Ďalší kód vytvorí funkciu s názvom `changeOptionColor`. V zátvorkách sú dva parametre `myOption` a `myColor`. Parameter `myOption` obdrží názov inštancie filmového klipu. Parameter

myColor, ktorý obdrží hexadecimálnu hodnotu farby, má typ nastavený na Number. Posledná akcia tejto funkcie prikáže textovému poľu, aby zmenilo svoju farbu pomocou vlastností textového poľa textColor. Parameter myOption symbolizuje cestu k textovému poľu. Pri volaní tejto funkcie sa na miesto parametru myOption špecifikuje názov inštancie filmového klipu obsahujúci položku hlavného menu, ktorú chceme modifikovať. Vnútri každého filmového klipu položky hlavného menu sa nachádza dynamické pole s názvom inštancie textLabel. Rovnaký názov inštancie textového poľa vo všetkých filmových klipoch výrazne uľahčuje písanie tejto akcie. Parameter myColor bude nahradený jednou z premenných s farbami, ktoré sú vytvorené (buď overColor alebo outColor).

Po dokončení hlavného menu a vytvorení jednotlivých filmových klipov pre jednotlivé položky hlavného menu s vlastným podmenu je potrebné načítať súbor MainMenu do spúšťacieho súboru Master pomocou už známeho kódu:

```
myMCL.loadClip("MainMenu.swf", 20);
```

Spúšťací súbor teda načíta hlavné menu, ktoré podľa užívateľovho výberu načíta konkrétny filmový klip odpovedajúci konkrétnej položke menu. Tento klip načíta obsah z externého súboru.



Obrázok 4.6: Hlavné menu webového rozhrania

5 Fotografie a animácie užívateľského manuálu

Po dokončení funkčného užívateľského rozhrania bolo potrebné doplniť ho o fotografie a animácie. Fotografie som získal pri práci s optickým zdrojom OFLS - 6 a jeho softwarom. Tie prešli úpravami v aplikácii Adobe Photoshop CS4. Väčšiu prácnosť vyžadovali samotné animácie. V tomto prípade som taktiež využil Flash Profesional, ktorý je optimálny pre tvorbu animácii a multimediálneho obsahu. Aj následná implementácia do webového rozhrania bude poskytovať väčší komfort.

5.1 Animácia predného a zadného panelu

Pri práci s optickým zdrojom som pozoroval chovanie jednotlivých LED diód a ich zmeny. Taktiež som si osvojil význam jednotlivých tlačidiel. Mojou úlohou bolo vytvorenie animácie fotografie predného panelu. Panel bude reagovať na ukázanie kurzorom myši na konkrétne tlačidlo a zobrazí popis funkcie tlačidla. Ďalej bude obsahovať popis jednotlivých LED diód, simulovať ich svietenie a komentovať zmeny ich stavu znázornené na obr. 5.1.



Obrázok 5.1: Interaktívny popis predného panela

V novom dokumente Flash aplikácie som vytvoril dve vrstvy. Jednu pre fotografiu predného panela a druhú pre tlačidlá jednotlivých akcií. V druhej vrstve som ku každému tlačidlu a LED dióde priradil tlačidlo. Tlačidlo je symbol, ktorý obsahuje špeciálne snímky pre rôzne stavy tlačidla, ako napr. keď sa ukazovateľ myši užívateľa nachádza nad tlačidlom alebo pri kliknutí užívateľa na tlačidlo. V mojom prípade som špecifikoval oblasť zásahu na ukazovateľ myši nad tlačidlom. Nasledovne som vytvoril klip animácie pre tento stav tlačidla. Klip animácie (movie clip) je v mnohých smeroch podobný dokumentu vnútri iného dokumentu. Tento typ symbolu má svoju vlastnú časovú os nezávislú na hlavnej časovej osi. Môžu sa pridať klipy animácie v rámci iných klipov animácii a tlačidiel, a tým vytvoriť vnorené klipy animácii. Tejto animácii som zadefinoval vrstvu pre grafické zobrazenie stlačeného tlačidla (pri LED dióde zmenu farby), vrstvy pre animáciu horizontálnej a vertikálnej čiary. Poslednú vrstvu pre text s použitím filtra Blur, teda rozmazanie. Text je na začiatku klipu 100 % rozmazaný a v priebehu desiatich snímok dostáva svoj ucelený tvar, rozmazanie je na úrovni

0 %. Takýmto spôsobom som dosiahol interaktivitu celého panela. Výnimkou bol len konektor optického kábla, kde klip animácie obsahoval 3 vrstvy, a to vrstvy pre čiary a text.

V prípade zadného panela som postupoval podobne. Bolo to o to jednoduchšie, že zadný panel neobsahuje žiadne LED diódy. Stačilo vytvoriť popis pre jednotlivé konektory umiestnené na zadnej strane panelu.

5.2 Simulovanie ovládania

Manuál bolo potrebné doplniť o dostatočnú interaktivitu, preto som vytvoril simuláciu ovládania. Pri práci s optickým zdrojom som pozoroval, čo sa deje po zapnutí, prípadne vypnutí jednotlivých tlačidiel a aké zmeny sa dejú na paneli (obr. 5.2). Mojou predstavou bolo postupné zobrazovanie popisu nad panel, následne simulácia na paneli. Simulácia panelu bude obsahovať zmeny polohy tlačidiel a zmeny farby LED diód v závislosti na textovom popise. Ďalej bude obsahovať ovládací panel, ktorý bude umožňovať simuláciu spustiť, pozastaviť a stopnúť.



Obrázok 5.2: Optický zdroj pri práci

V nasledujúcom popise vysvetlím vytvorenie simulácie ovládania zapnutia a vypnutia prístroja. V novom dokumente som vytvoril tri vrstvy. Vrstva pre tlačidlá obsahuje tlačidlá play, pauze a stop. Pre stavy kliknutie a kurzor nad tlačidlom som nastavil zmenu farby výplne. Ich funkčnosť som implementoval pomocou ActionScriptu vo vrstve action. Do prvého snímku tejto vrstvy som vložil nasledujúci kód:

```
stop();  
  
PlayBtn.onRelease = function() {  
    play(); };  
  
PauseBtn.onRelease = function() {  
    stop(); };  
  
StopBtn.onRelease = function() {  
    gotoAndStop(1); };
```

Stop() zastaví prehrávanie, aby sa spustilo až na želanie užívateľa. Názov inštancie tlačidla play je PlayBtn a onRelease mu priraduje funkciu prehrať po kliknutí návštevníka na

tlačidlo. Tlačidlu pause je priradená funkcia stop, ktorá zastaví prehrávanie na danom snímku. Podobnú funkciu má priradenú aj tlačidlo stop, avšak s tým rozdiel, že po zastavení prehrávania sa prehrávač vráti na prvý snímok. Prehrávanie potom po stlačení play začne od začiatku.

Na postupné zobrazenie popisu a jednotlivých stavov som využil masku vrstvy. Je to jednoduchý spôsob ako postupne odhaliť časti vrstvy alebo vrstiev pod túto masku. Maskovanie vyžaduje vytvorenie masky vrstvy z jednej vrstvy, vrstvy pod ňou sú potom maskované vrstvy. Vytvoril som tri maskované vrstvy, pre popis, zmeny na panely a samotný panel. Na postupné odhaľovanie popisu na ploche scény som využil obdĺžnikový tvar. Ten sa zväčšuje a vytvára dojem postupného vypisovania popisu.

Jednotlivé simulácie ovládania som vytvoril pre zapnutie, nastavenie výkonu, externú a internú moduláciu.

Po zapnutí se rozsvítí červená LED dioda „TEC Stabilization“ a dochází ke stabilizaci teploty v termostatu.



Obrázok 5.3: Simulácia zapnutia

5.3 Vytvorenie video prehrávača

Pri získavaní fotografií som zachytil aj zopár videosekvencií. Využil som ich na vytvorenie krátkeho videa, prezentujúceho prácu s optickým zdrojom. Jednotlivé videosekvencie som zostrihal a dal do uceleného celku v programe Pinnacle Studio 15. Výhoda tohto programu spočívala v jednoduchosti a v možnosti importovať výsledné video do formátu FLV (Flash Video).

Flash Professional umožňuje vložiť vytvorený prehrávač priamo pri importovaní videa. Táto možnosť však znižuje výkon a nefungovala mi úplne správne vo všetkých webových prehliadačoch. Pustil som sa teda do vytvorenia vlastného video prehrávača. Prvou vecou bolo rozhodnutie, či bude video začlenené priamo do Flash dokumentu alebo umiestnené ako externý súbor videa. Rozhodol som sa pre externé načítanie, pretože drvivá väčšina súborov celej

webovej prezentácie sa načíta z externých súborov. Taktiež to poskytovalo radu výhod. Pri prehrávaní externých súborov sa uskutočňuje priebežné sťahovanie, ktoré využíva medzipämeť a v danom okamžiku používa len malé množstvo pamäte. Z toho plynie aj menší potrebný výkon. Pre mňa rozhodujúcou výhodou bol fakt, že externé súbory FLV môžu mať inú snímkovú frekvenciu, ako súbory v ktorých sa zobrazia. Celá webová prezentácia má snímkovú frekvenciu 18, zatiaľ čo video má snímkovú frekvenciu 25. Pri začlení by sa video prehrávalo spomalene, keďže by využívalo snímkovú frekvenciu 18.

V novom dokumente s názvom Video som vytvoril filmový klip, ktorý bude slúžiť ako kontajner. V ňom som vytvoril ďalšie filmové klipy, pre scénu videa, ovládanie a priebeh prehrávania. Ďalej som vytvoril pozadie pre scénu videa, aby prehrávané video malo viditeľné okraje. Jednotlivé funkcie bolo treba pridať pomocou ActionScriptu do vrstvy action. Začal som nasledujúcim kódom:

```
var myNetConn:NetConnection;  
var myNetStream:NetStream;  
var videoLV:LoadVars;  
var videoTRT:Number;
```

Vytvoril som nové objekty, potrebné pre priebežné sťahovanie súboru FLV. Ďalej pokračuje kód pre inicializáciu videa.

```
function initializeVideo() {  
    myNetConn = new NetConnection();  
    myNetConn.connect(null);  
    myNetStream = new NetStream(myNetConn);  
    videoContainer.myVideo.attachVideo(myNetStream);  
    myNetStream.setBufferTime(5);  
}
```

Objekt NetConnection prikazuje aplikácii, aby otvorila nové sieťové pripojenie. Nasledujúca akcia otvorí miestne pripojenie pre sťahovanie lokálneho alebo vzdialeného súboru FLV. Konštruktoru connect je predaný parameter null, aby pracoval správne. Objekt NetStream umožňuje monitorovať a riadiť rôzne aspekty priebežného sťahovania. Príkaz attachVideo nariaďuje objektu myVideo, ktorý je začlenený do inštancie filmového klipu videoContainer, aby prijal video z objektu myNetStream. Posledný riadok nastavuje veľkosť vyrovnávacej pamäte na päť sekúnd.

```
myNetStream.onMetaData = function(infoObject:Object) {  
    videoTRT = infoObject.duration;
```

Objekt NetStream má udalosť onMetaData. Prostredníctvom nej vysiela objekt myNetStream informácie (napr. doba trvania videa, dátum vytvorenia apod.), keď príjme

metadata vložené do súboru FLV, s ktorými pracuje. Ďalej je premennej s názvom videoTRT priradená hodnota z vlastností duration objektu infoObject.

```
function videoActivate() {  
    myNetStream.play("images/OFLS_Video.flv"); }  

```

Po spustení funkcia videoActivate prikáže objektu myNetStream triedy NetStream, aby začal priebežne sťahovať a prehrávať súbor OFLS_Video.flv.

Prehrávanie je teda funkčné, avšak mu treba ešte priradiť funkčnosť priebehu prehrávania a ovládacím prvkom. Priebeh ovládania zobrazuje doposiaľ prehranú časť videa a časť, ktorú je ešte treba prehrať. Je potrebné vedieť, koľko sekúnd videa bolo prehraných a aká je celková doba prehrávania videozáznamu. S využitím týchto informácií je potrebné vytvoriť script, ktorý sa bude neustále opakovať a prepočítavať tieto hodnoty a následne presunie jazdca ukazovateľa na príslušnú pozíciu.

```
videoContainer.vidProgBar.onEnterFrame = function() {  
var progPos:Number = Math.round((myNetStream.time/videoTRT) *  
100);
```

Časť videoContainer.vidProgBar predstavuje cestu k inštancii filmového klipu vidProgBar. V tomto filmovom klipu sa nachádza ukazovateľ priebehu, jazdec a maska preloaderu. Obsluhovač udalosti onEnterFrame slúži pre opakovanie ActionScriptu pripojeného k filmovému klipu. Premenná s názvom progPos je nastavená na typ Number a nasledovne sa do nej vloží číslo. Číslo je výsledkom jednoduchšej rovnice. Zistí sa koľko sekúnd súboru FLV sa prehralo (myNetStream.time), vydelené celkovou dobou prehrávania súboru FLV (videoTRT), vynásobí výsledok stovku a potom ho zaokrúhli na najbližšie celé číslo (Math.round).

```
videoContainer.vidProgBar.vidProg._x = progPos;
```

Táto akcia prikáže inštancii filmového klipu vidProg, aby nastavil svoju pozíciu v ose x (vodorovná osa) na hodnotu premennej progPos. V premennej progPos sa nachádza percentuálna hodnota doposiaľ prehranej doby súboru FLV.

```
var vidDlPercent:Number =  
Math.round((_root.myNetStream.bytesLoaded/_root.myNetStream.byte  
sTotal) * 100);
```

Lokálna premenná s názvom vidDlPercent definuje doposiaľ stiahnuté bajty súboru FLV (_root.myNetStream.bytesLoaded) vydelené celkovým počtom bajtov súboru (root.myNetStream.bytesTotal). K prevedeniu tejto hodnoty na percenta je potrebné ju vynásobiť číslom 100. Nakoniec sa výsledok zaokrúhli na najbližšie celé číslo pomocou Math.round.

```
videoContainer.vidProgBar.progMaskContainer.progMask._width =  
vidDlPercent + 10; }
```


Filmovému klipu s maskou progMask prikáže táto akcia, aby nastavil vlastnosť `_width` na šírku percentuálnej hodnoty doposiaľ stiahnutej časti súboru FLV. Rovnako ako jazdec ukazovateľa priebehu sa tieto akcie vnútri funkcie `onEnterFrame` budú prevádzať nepretržite snímkovou frekvenciou 18 snímok za sekundu. V priebehu sťahovania súboru FLV teda animácia Flash 8 neustále prepočítava, aká časť súboru FLV bola stiahnutá, a podľa toho upraví masku priebehu sťahovania.

Tlačidlu prehrávania som definoval funkčnosť pomocou pripojenia ActionScriptu priamo k inštancii tlačidla.

```
_root.myNetStream.pause();
```

Objektu `NetStream` môže metóda `pause()` predať booleovskú hodnotu. Ak sa do metódy `pause` vloží hodnota `true`, súbor FLV sa zastaví. Pri hodnote `false` pokračuje súbor v prehrávaní. V mojom prípade som jej nepriradil žiadnu hodnotu, teda metóda sa bude chovať ako prepínač pozastavenia.



Obrázok 5.4: Video prehrávač FLV súborov

Posledným krokom je vytvorenie obsluhovača udalostí, ktorý napríklad bude reagovať v prípade začatia alebo zastavenia prehrávania.

```
myNetStream.onStatus = function(info) {  
    if (info.code == "NetStream.Play.Stop" && info.level  
    == "status") {  
        videoContainer.togglePlay.gotoAndStop(2);  
        myNetStream.seek(0);  
        myNetStream.pause(true);    }
```

Obsluhovač udalostí `onStatus` predáva reťazce (krátke texty) vlastnostiam `code` a `level` objektu `info`, ak nastane určitá udalosť. V tomto prípade je vyvolaný obsluhovač udalostí

onStatus. Po vyvolaní sa vždy pýta týmto príkazom if, a ak je príkaz if pravdivý, prevedie priradené akcie. Prvá akcia prikáže prepínaciemu tlačidlu (Prehrať/Pozastaviť) v instancii filmového klipu videoContainer, aby sa prepol na druhý snímok. Akcia myNetStream používa metodu seek, jej pomocou prikáže súboru FLV, aby sa vrátil na čas 0 sekúnd, keď súbor dohrá. Akcia myNetStream použije metódu pause() k pozastaveniu prehrávania.

Týmto je videoprehrávač (obr. 5.4) funkčný a môže byť umiestnený do položky hlavnej ponuky.

5.4 Animácia úvodného loga

Vloženie loga Safibry do multimedialnej nápovede bolo nutné pre prezentovanie výrobcu optického zdroja. Pre dostatočné zvýraznenie výrobcu som sa priklonil k možnosti vytvorenia animácie loga Safibry do stredu scény, pri prvom spustení nápovede. Logo som našiel na ich oficiálnej webovej stránke. Samotným animovaním obrázku loga by som nevyužil veľký potenciál flashu a neprinieslo by to dostatočný efekt. Celé logo som teda čo najvierohodnejšie vytvoril v aplikácii Flash. Musel som sa zamerať na jednotlivé detaily a odhadnúť font použitého písma. Po jeho vytvorení bolo potrebné si premyslieť, akým spôsobom sa bude animovať.

Na každú časť animácie som využil iné prostriedky. Prstence okolo loga sa postupne vykresľujú vďaka maske prekrytia. Samotný text loga využíva filter Blur, určený pre textové polia. Bodke nad písmenom I je pridelený efekt časovej osy a to taktiež Blur. V tomto prípade ale spôsobuje iné vykreslenie ako pri texte. Bodka sa postupne zväčšuje a pri dosiahnutí istého bodu sa začne so zväčšovaním tiež rozmazávať. Nakoniec ju nahradí ucelená bodka (obr. 5.4).



Obrázok 5.5: Úvodné logo Safibry pri prvom načítaní

Logo sa načítava do súboru hlavného menu a je ho možné zobraziť len pri spustení webového rozhrania. Úvodné logo bude nahradené obsahom po výbere položky hlavného menu. Hlavné menu je doplnené o menšie logo Safibry, ktoré bude zobrazované neustále. Taktiež je doplnené o možnosť výberu jazyka nápovede. Poskytuje českú a anglickú verziu, vrátane jednotlivých animácií (obr. 5.6).



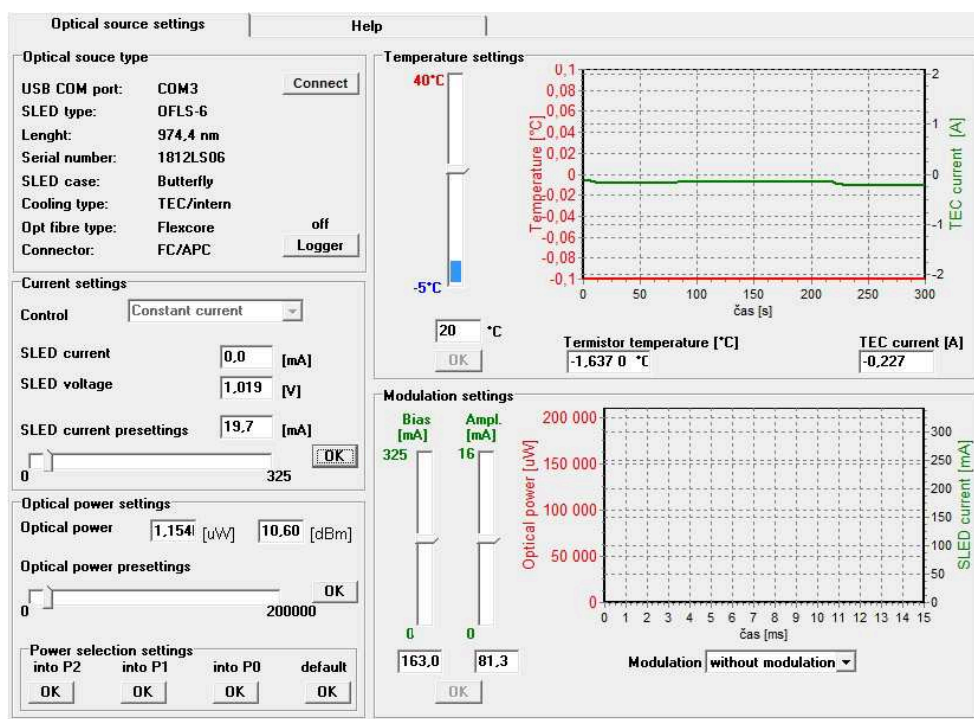
Obrázok 5.6: Celkový vzhľad nápovede pri spustení

V rámci overenia funkčnosti multimediálnej nápovede na servery som ju umiestnil na server somee.com. Tento server neobmedzuje veľkosť nahrávaných súborov, ako jeden z mála bezplatných. Bola to jednoznačná voľba, keďže video zaberalo takmer 15 megabitov. Vyskúšal som aj tým funkčnosť v jednotlivých prehliadačoch.

Stránka je umiestnená na adrese: <http://napoveda.somee.com>.

6 Zakomponovanie výslednej práce do riadiaceho programu

S optickým zdrojom OFLS je dodávaný aj ovládací software (obr. 6.1). Skladá sa z dvoch hlavných položiek. Položka „Optical source setting“ obsahuje sekcie pre nastavenie teploty, výkonu, prúdu, modulácie a pod. Druhá položka „Help“ obsahuje pôvodný užívateľský manuál v podobe textového dokumentu. Mojou poslednou úlohou bolo zakomponovať nejakým spôsobom multimediálnu nápo ved' do riadiaceho programu, konkrétne do položky „Help“. Pomerne jednoduchá úloha sa stala komplikovanejšou po zistení, že firma Safibra nedisponuje zdrojovými kódmi od ovládacieho softwaru. Bola mi dodaná iba aplikácia vo formáte „.exe“.

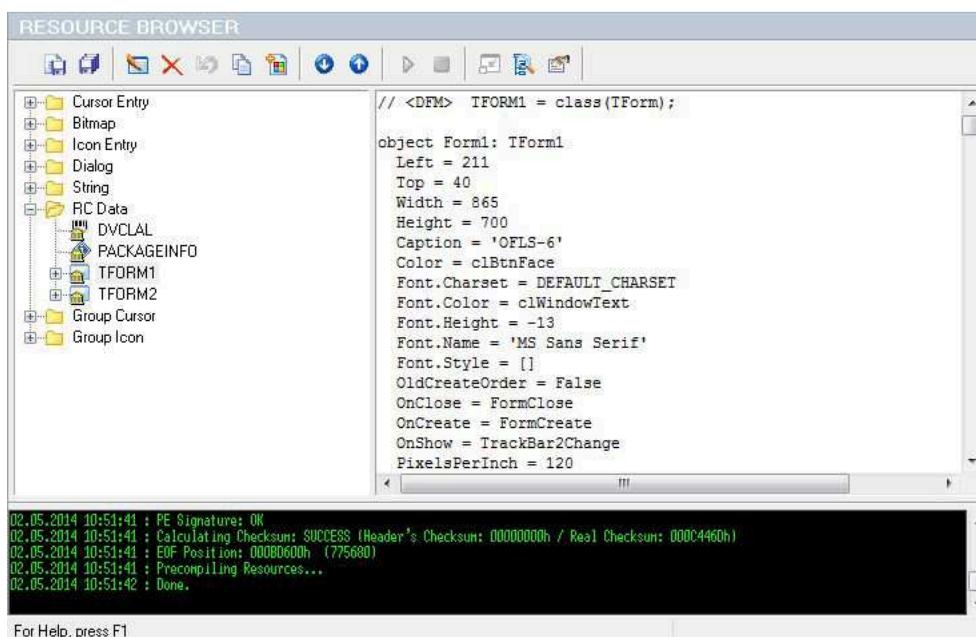


Obrázok 6.1: Riadiaci software optického zdroja OFLS

Prvým problémom bolo samotné vloženie. Voľne dostupné programy na úpravu spustiteľných súborov umožňujú väčšinou iba vizuálne jednoduché úpravy, avšak v mojom prípade bolo potrebné upraviť v programe kód pre súbor, ktorý sa má načítať ako nápo ved'. Riešením bolo vytvoriť súbor s rovnakým názvom a formátom ako mal pôvodný súbor nápo vede, ktorý bol uložený vo formáte jednosúborovej webovej stránky. Pokračoval som teda vytvorením HTML stránky, umožňujúcej pomocou jazyka HTML vybrať si jazykovú verziu nápo vede, odkázaním na publikovanú verziu spúšťačieho súboru v HTML formáte. Po vybratí sa spustí multimediálna nápo ved' v konkrétnej jazykovej verzii. HTML stránku som nakoniec uložil pomocou Microsoft Word ako jednosúborovú webovú stránku a nahradil ňou súbor pôvodnej nápo vede. Taktiež som ku súboru nápo vede a softwaru pridal priečinok „Site“, ktorý obsahoval súbory multimediálnej nápo vede. Týmto som dosiahol aj dobrú prehľadnosť, pretože

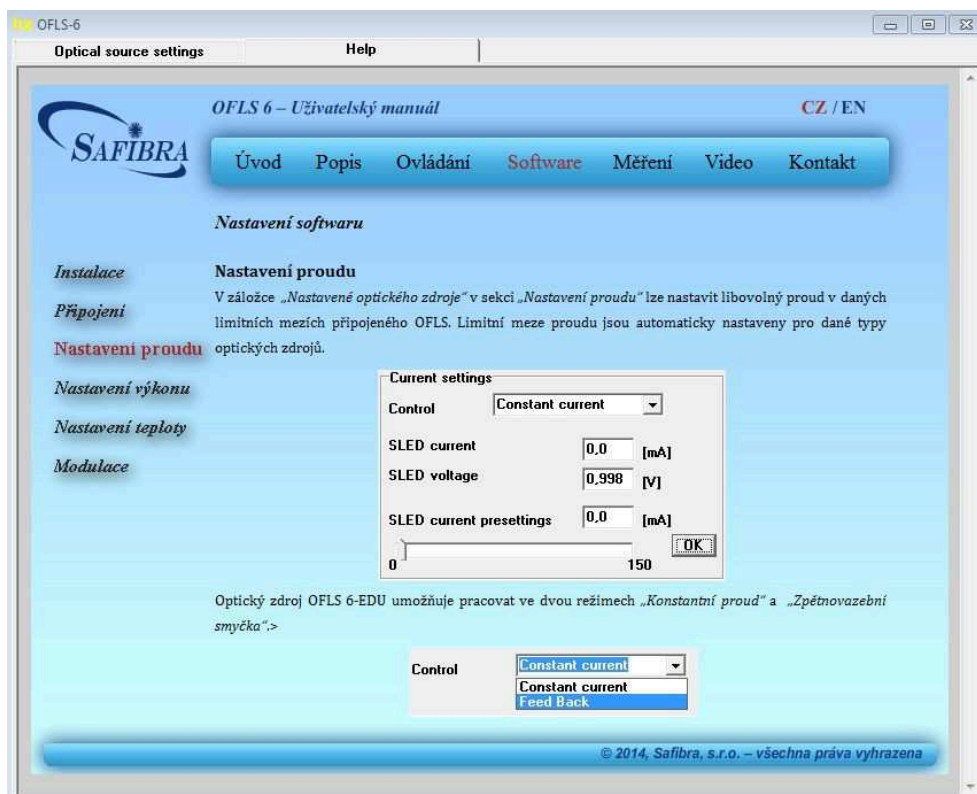
priečink „Site“ obsahoval množstvo obrázkov, animácií, jednotlivých položiek menu atď. Taktiež som splnil podmienku zadania a aplikácia nepotrebuje pripojenie do internetu pre zobrazenie multimediálnej nápovede.

Druhý problém vznikol tým, že aplikácia mala iné rozlíšenie ako webové rozhranie multimediálnej nápovede. Malo to za následok vytvorenie rolovacej lišty na pravej a dolnej strane. Bolo to nepraktické, pretože rolovanie bolo potrebné už v multimediálnej nápovedi a samotnú nápoveď bolo treba posúvať rolovacími lištami. Siahol som preto po programe Resource Tuner, ktorý poskytuje základné možnosti pre úpravu súboru vo formáte „.exe“ (obr. 6.2). Upravil som jednotlivé dáta pre rozlíšenie aplikácie pri spustení a rozlíšenie položky „Help“.



Obrázok 6.2: Úprava riadiacej aplikácie v Resource Tuner

Adobe Flash player vychádza v dvoch verziách. Jedna je určená pre Internet Explorer a druhá pre ostatné prehliadače, ako sú napríklad Firefox, Opera alebo Safari. Keďže jednosúborová webová stránka je podporovaná programom Internet Explorer verzie 4.0 a novšej, doplnil som do spúšťacieho HTML súboru (spúšťací súbor Master publikovaný v HTML formáte) javascript zabezpečujúci detekciu modulu Flash player. V prípade, že užívateľ nemá nainštalovaný Flash player v požadovanom prehliadači, poskytne mu aplikácia odkaz, odkiaľ je možné stiahnuť požadovaný prehrávač. Bez tohto detekčného modulu by užívateľ mohol považovať nápoveď za nefunkčnú.



Obrázok 6.3: Multimediálna nápoved' zakomponovaná v riadiacom programe

Záver

Teoretická časť témy tejto Bakalárskej práce je veľmi obsiahla, preto som sa snažil vybrať len to najdôležitejšie, so stručným vysvetlením. Študovanie teórie však rozšírilo moje vedomosti z oblasti polovodičových optických zdrojov žiarenia a optických vlákien.

Pri práci s optickým zdrojom OFLS, v laboratóriu 203 na Krásnopolskej ulici, som mal možnosť uskutočniť rôzne merania a spoznať prístroje ako osciloskop, power meter, fotodiódový senzor atď. Vďaka tomu som lepšie pochopil fungovanie optického zdroja a osvojil si prácu s ovládacím softwarom. Meraniami som taktiež overil výhody LED a laserových diód.

Na multimediálnu nápovedu som použil aplikáciu Flash Professional. Vychádzal som zo svojich nepatrných skúseností s Flashom. Začal som vytvoreným webovým rozhraním nápovedy. Jeho funkčnosť som dosiahol hlavne vďaka ActionScriptu, čím som získal praktické skúsenosti pri programovaní v tomto jazyku. Dôraz som kladol na možnosť budúcej aktualizácie, bez akýchkoľvek znalostí Flashu. Obrázky a text sa načítajú z externých súborov, takže ich dokáže upraviť aj priemerne zdatný užívateľ. Nápovedu som doplnil o fotografie a animácie. Fotografie som si zaopatril pri práci s optickým zdrojom. Animácie boli zamerané na popis jednotlivých tlačidiel a LED diód a taktiež na simulovanie ovládania. Vychádzal som zo skúseností získaných pri meraní s OFLS.

Na úpravu jednotlivých fotografií a návrh užívateľského rozhrania som siahol po Adobe Photoshop CS4. S týmto grafickým editorom som nemal žiadne predchádzajúce skúsenosti. Bolo zaujímavé zistiť, ako sa dá jednoducho vytvoriť dynamicky vyzerajúce grafické rozhranie.

Poslednou časťou práce bolo zakomponovanie multimediálnej nápovedy do riadiaceho programu. Celkom banálna úloha mi dala zabráť, ale v konečnom dôsledku sa mi to podarilo. Využil som na to pomerne jednoduchý spôsob odkazovania na HTML súbory. Celá práca je priložená k ovládaciemu software, aby nebolo potrebné pripojenie na internet.

Použitá literatura

- [1] SALEH, Bahaa E. A; TEICH, Malvin C. Základy fotoniky. 3. zvazek. Praha: Matfyzpress, 1995. ISBN 80-85863-05-7.
- [2] SALEH, Bahaa E. A; TEICH, Malvin C. Základy fotoniky. 4. zvazek. Praha: Matfyzpress, 1995. ISBN 80-85863-12-X.
- [3] DOLEČEK, Jaroslav. Moderní učebnice elektroniky. 3. Optoelektronika a optoelektronické prvky. Praha: Technická literatura BEN, 2005. ISBN 80-7300-184-5.
- [4] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fyzika. Část 4. Elektromagnetické vlny - Optika - Relativita. Praha: Nakladatelství VUTIUM a PROMETHEUS, 2000. ISBN 80-214-1868-0.
- [5] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fyzika. Část 5. Moderní fyzika. Praha: Nakladatelství VUTIUM a PROMETHEUS, 2000. ISBN 80-214-1868-0.
- [6] LUKÁŠ, Michal. LASEROVÉ DIODY 3: Parametry laserových diod a jejich měření. [online]. 2002. Dostupné z: <http://www.elektrorevue.cz/clanky/02023/index.html>
- [7] NOVÁK, Miroslav. ZÁKLADNÍ PRINCIP LASERU A JEJICH DĚLENÍ. 2011. Dostupné z: <http://www.lao.cz/lao-info-49/serial-na-tema-lasery---zakladni-princip-laseru-a-jejich-deleni-127>
- [8] BÖTTIGHEIMER, Armin. Vytváříme grafiku webu ve photoshopu. Brno: Computer Press, 2011. ISBN 978-80-251-3485-6.
- [9] ARMSTRONG, Jay; DEHAAN, Jen. Macromedia Flash 8. Brno: Computer Press, 2006. ISBN 80-251-0335-8.
- [10] REBENSCHIED, Shane. Macromedia Flash 8 Professional. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1696-8.
- [11] ADOBE CREATIVE TEAM. Adobe Flash CS5 Professional. Brno: Computer Press, 2010. ISBN K1855.

Zoznam obrázkov

Obrázok 1.1:	<i>Rovinné zobrazenie kryštalickej mriežky kremíka [5].....</i>	<i>2</i>
Obrázok 1.2:	<i>Princíp diódy LED s homogénnym prechodom [3].....</i>	<i>3</i>
Obrázok 1.3:	<i>Princíp LED s heterogénnym prechodom [3].....</i>	<i>4</i>
Obrázok 1.4:	<i>Šírka zakázaného pásu [5].....</i>	<i>4</i>
Obrázok 1.5:	<i>Obecná schéma laseru [7].....</i>	<i>8</i>
Obrázok 1.6:	<i>L-I charakteristika laserovej diódy [3].....</i>	<i>9</i>
Obrázok 2.1:	<i>Princíp optického vlákna [5].....</i>	<i>11</i>
Obrázok 3.1:	<i>Optický zdroj OFLS – 6.....</i>	<i>16</i>
Obrázok 3.2:	<i>SLED dióda EXS210025-01.....</i>	<i>16</i>
Obrázok 3.3:	<i>VA a PI charakteritika SLED diódy.....</i>	<i>17</i>
Obrázok 3.4:	<i>Spektrum SLED diódy.....</i>	<i>18</i>
Obrázok 3.5:	<i>Výkon diódy.....</i>	<i>18</i>
Obrázok 4.1:	<i>Farba pozadia stránky</i>	<i>19</i>
Obrázok 4.2:	<i>Grafický návrh stránky.....</i>	<i>20</i>
Obrázok 4.3:	<i>Načítanie textu z externého súboru.....</i>	<i>22</i>
Obrázok 4.4:	<i>Využitie HTML a CSS.....</i>	<i>24</i>
Obrázok 4.5:	<i>Vytvorené podmenu s deaktivovanou položkou vlastnosti.....</i>	<i>26</i>
Obrázok 4.6:	<i>Hlavné menu webového rozhrania.....</i>	<i>27</i>
Obrázok 5.1:	<i>Interaktívny popis predného panela.....</i>	<i>28</i>
Obrázok 5.2:	<i>Optický zdroj pri práci.....</i>	<i>29</i>
Obrázok 5.3:	<i>Simulácia zapnutia.....</i>	<i>30</i>
Obrázok 5.4:	<i>Video prehrávač FLV súborov.....</i>	<i>33</i>
Obrázok 5.5:	<i>Úvodné logo Safibry pri prvom načítaní.....</i>	<i>34</i>
Obrázok 5.6:	<i>Celkový vzhľad nápovede pri spustení.....</i>	<i>35</i>
Obrázok 6.1:	<i>Riadiaci software optického zdroja OFLS.....</i>	<i>36</i>
Obrázok 6.2:	<i>Úprava riadiacej aplikácie v Resource Tuner.....</i>	<i>37</i>
Obrázok 6.3:	<i>Multimediálna nápoved' zakomponovaná v riadiacom programe.....</i>	<i>38</i>

Prílohy na CD

- Webové rozhranie
- Zdrojové súbory animácii
- Zdrojové súbory webového rozhrania
- Zvyšné zdrojové súbory
- Príloha - Výsledky meraní.pdf
- Bakalárska práca.pdf